

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5985525号
(P5985525)

(45) 発行日 平成28年9月6日(2016.9.6)

(24) 登録日 平成28年8月12日(2016.8.12)

(51) Int.Cl. F I
 F 2 3 N 1/00 (2006.01) F 2 3 N 1/00 1 0 5 F
 F 2 3 K 5/04 (2006.01) F 2 3 K 5/04 Z

請求項の数 4 (全 14 頁)

<p>(21) 出願番号 特願2014-28979 (P2014-28979) (22) 出願日 平成26年2月18日 (2014.2.18) (65) 公開番号 特開2015-152287 (P2015-152287A) (43) 公開日 平成27年8月24日 (2015.8.24) 審査請求日 平成27年3月11日 (2015.3.11)</p>	<p>(73) 特許権者 000211307 中国電力株式会社 広島県広島市中区小町4番33号 (74) 代理人 100111132 弁理士 井上 浩 (72) 発明者 福角 尚志 広島県広島市中区小町4番33号 中国電力株式会社内 審査官 藤原 弘</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料供給方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

流量調整弁を有するとともに、この流量調整弁の上流に複数の燃料油ポンプが設置された供給配管を介して、燃料タンクに貯蔵された燃料をボイラへ供給する燃料供給システムであり、圧力調整弁を有するとともに前記複数の燃料油ポンプと前記流量調整弁の間に一端が接続され他端が前記燃料タンクに接続される戻り配管と、前記燃料タンクの下流から分岐し、この戻り配管への分岐点の上流で再び合流するように前記供給配管の途中に並列に設けられて前記燃料油ポンプが設置される複数のポンプ用配管と、これらポンプ用配管の各々に対し前記燃料油ポンプの上流側と下流側を接続するように併設されるポンプ用戻り配管と、これらポンプ用戻り配管の各々に設置される圧力安定弁と、を備えた燃料供給システムにおいて、複数設置された前記燃料油ポンプのうちの少なくとも1台が運転中に追加で少なくとも1台を停止から起動する場合に前記ボイラへ燃料を供給する方法であって、

追加する前記燃料油ポンプの停止時に、この燃料油ポンプが設置された前記ポンプ用戻り配管の前記圧力安定弁を全開状態とし、

その後前記燃料油ポンプを起動し、その後前記圧力安定弁の開度を全開から40%乃至50%まで変化させる第1の工程と、

40%乃至50%から全閉まで前記開度を変化させる第2の工程と、を備え、

この第2の工程における閉操作は、前記第1の工程における閉操作よりも低速で実行されることを特徴とする燃料供給方法。

【請求項 2】

前記第 2 の工程における開操作はインチング開操作であることを特徴とする請求項 1 記載の燃料供給方法。

【請求項 3】

流量調整弁を有するとともに、この流量調整弁の上流に複数の燃料油ポンプが設置された供給配管を介して、燃料タンクに貯蔵された燃料をボイラへ供給する燃料供給システムであり、圧力調整弁を有するとともに前記複数の燃料油ポンプと前記流量調整弁の間に一端が接続され他端が前記燃料タンクに接続される戻り配管と、前記燃料タンクの下流から分岐し、この戻り配管への分岐点の上流で再び合流するように前記供給配管の途中に並列に設けられて前記燃料油ポンプが設置される複数のポンプ用配管と、これらポンプ用配管の各々に対し前記燃料油ポンプの上流側と下流側を接続するように併設されるポンプ用戻り配管と、これらポンプ用戻り配管の各々に設置される圧力安定弁と、を備えた燃料供給システムにおいて、複数設置された前記燃料油ポンプのうちの少なくとも 2 台が運転中にこの運転中の燃料油ポンプの一部であって少なくとも 1 台を停止する場合に前記ボイラへ燃料を供給する方法であって、

10

停止する前記燃料油ポンプの運転時に、この燃料油ポンプが設置された前記ポンプ用戻り配管の前記圧力安定弁を全閉状態とし、

その後前記圧力安定弁の開度を全閉から 40%乃至 50%まで変化させる第 1 の工程と

40%乃至 50%から全開まで前記開度を変化させる第 2 の工程と、を備え、

20

その後前記燃料油ポンプを停止し、

前記第 1 の工程における開操作は、前記第 2 の工程における開操作よりも低速で実行されることを特徴とする燃料供給方法。

【請求項 4】

前記第 1 の工程における開操作はインチング開操作であることを特徴とする請求項 3 記載の燃料供給方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数の燃料油ポンプを備えた燃料供給システムとそれを用いてボイラへ燃料を供給する方法に係り、特に、一部の燃料油ポンプを起動又は停止させた場合に生じるボイラへの燃料供給量の変動を小さく抑えることが可能な燃料供給システムとそれを用いた燃料供給方法に関する。

30

【背景技術】

【0002】

火力発電所等の発電プラントには、蒸気タービンに供給する蒸気を発生させるボイラが設置されている。そして、このボイラには、燃料タンクから燃料を供給するための燃料供給システムが接続されている。

ここで、燃料油ポンプを備えた従来の燃料供給システムの構造について図 6 を用いて説明する。なお、図 6 には、従来技術の一例として 2 台の燃料油ポンプを備えた燃料供給システムの系統図を示している。

40

【0003】

図 6 に示すように、従来技術に係る燃料供給システム 50 は、燃料タンク 51 から送出された燃料が並列に設置された 2 台の燃料油ポンプ 52a, 52b によって昇圧された後、ボイラ 53 へ供給される構造となっている。

具体的に説明すると、燃料タンク 51 に一端が接続される供給配管 54 は、分岐点 55a で 2 本のポンプ用配管 54a, 54b に分岐した後、合流点 55c で再び合流し、合流点 55c の下流に位置する分岐点 55b で戻り配管 56 に分岐している。また、ポンプ用配管 54a, 54b には、燃料油ポンプ 52a, 52b がそれぞれ設置され、燃料油ポンプ 52a, 52b の下流には逆止弁 59a, 59b が設置されている。

50

さらに、供給配管 5 4 には、分岐点 5 5 b の下流に流量調整弁 5 7 が設置され、戻り配管 5 6 には、分岐点 5 5 b の下流に圧力調整弁 5 8 が設置されている。そして、分岐点 5 5 b に一端が接続される戻り配管 5 6 の他端は燃料タンク 5 1 に接続されている。

【 0 0 0 4 】

燃料タンク 5 1 に貯蔵された燃料は、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b によって圧力を高められ、ボイラ 5 3 に供給されるが、燃料油ポンプ 5 2 b , 5 2 b の起動時は燃料の圧力が大きく変動するため、すぐにはボイラ 5 3 に燃料を供給することができない。そこで、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b を起動させた後しばらくの間は、流量調整弁 5 7 が閉状態にされ、圧力調整弁 5 8 は開状態にされる。これにより、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b から吐出された燃料は、ボイラ 5 3 に供給されることなく、戻り配管 5 6 を通って燃料タンク 5 1 に戻り、供給配管 5 4 及びポンプ用配管 5 4 a , 5 4 b から燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b に供給される。

10

ただし、流量調整弁 5 7 の下流に燃料遮断弁が設けられ、ボイラ 5 3 を点火するまでは燃料タンク 5 1 から燃料が供給されないように、この燃料遮断弁が閉止される構造である場合には、必ずしも流量調整弁 5 7 を閉状態とする必要はなく、流量調整弁 5 7 を規定の開度だけ開いた状態としておいてもよい。

【 0 0 0 5 】

燃料の圧力変動が収まると、流量調整弁 5 7 は開状態にされるが、圧力調整弁 5 8 は、流量調整弁 5 7 による燃料の流量の調整程度に応じて開度が調節される。すなわち、ボイラ 5 3 に供給される燃料は、流量調整弁 5 7 によって流量が調整される結果、余分な燃料は戻り配管 5 6 を通って燃料タンク 5 1 へ戻される。

20

そして、発電機の運転を停止する際には、ボイラ 5 3 で蒸気を発生させる必要がなくなり、よって流量調整弁 5 7 が閉じられる。ただし、このとき、流量調整弁 5 7 の開度をいきなり小さくすると、燃料油ポンプ 5 2 b , 5 2 b から吐出された燃料が行き場を失うため、燃料の圧力が急激に上昇し、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b に過大な負荷がかかることになる。したがって、発電機の運転を停止する場合、圧力調整弁 5 8 を全開にして、戻り配管 5 6 から燃料タンク 5 1 までの燃料の経路を確保した上で、流量調整弁 5 7 が閉じられる。

なお、発電機の運転を停止する際、最後のバーナが消火された時点でボイラ 5 3 をトリップ（前述の燃料遮断弁を閉止するとともに燃料油ポンプを停止）させるのであれば、停止時の圧力調整は不要である。

30

このように、従来の燃料供給システム 5 0 は、流量調整弁 5 7 の開度に応じて圧力調整弁 5 8 の開度を調節することで、発電機の運転を開始又は停止する際に、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b へ過大な圧力がかけられないように、供給配管 5 4 を流れる燃料の圧力が調整される構造となっている。

【 0 0 0 6 】

上記構造の燃料供給システム 5 0 において、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b の一方が既に稼働している状態で、他方を起動したり、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b の双方が稼働している状態で、いずれか一方を停止させたりすると、供給配管 5 4 を流れる燃料の圧力や流量が大きく変動する。ボイラ 5 3 に供給される燃料の圧力や流量が大きく変動すると、システム全体に大きな圧力負荷がかかると同時にボイラ 5 3 に対する燃料の供給量が変動し、ボイラ等にとっても大きな負荷変動となるため、通常、このような操作は圧力や流量の変動を抑制しながら行うことが望ましい。しかしながら、発電機の運転中は流量調整弁 5 7 や圧力調整弁 5 8 の開度調節だけでは、このような燃料の大きな流動変動や圧力変動に対応することは困難である。

40

したがって、従来、2 台以上の燃料油ポンプを稼働させている場合に、必要とされる発電量の変更に伴って、燃料油ポンプを新たに起動させたり、不要な燃料油ポンプの運転を停止させることができずその出力を調整することで対応することしかできなかった。すなわち、従来の燃料供給システムにおいては、複数の燃料油ポンプの稼働状態（稼働台数）を柔軟に切り換えて、その稼働に必要なエネルギーを節約することができないという課題

50

があった。

【 0 0 0 7 】

発電プラントにおける蒸気タービン用のボイラに燃料を供給するシステムに関するものではないが、例えば、特許文献 1 には、「内燃機関のバルブ制御装置」という名称で、内燃機関の各気筒の吸気弁と排気弁の一方若しくは両方の開弁タイミング等を変更する手段を備えたバルブ制御装置に関する発明が開示されている。

特許文献 1 が開示された発明は、内燃機関の始動直後のように油圧アクチュエータに供給する作動油温度が十分に上昇していない場合に、可変バルブ機構をインチング制御することで、バルブ特性の実値が少しずつ目標値に向かうように構成されたことを特徴とする。

10

このような構造によれば、内燃機関の始動直後において、ハンチングやオーバーシュートが生じ、可変バルブ機構の制御性が不安定になるという事態を解消することができる。

【 0 0 0 8 】

また、特許文献 2 には、「ボイラ起動時の蒸気送出装置」に関する発明が開示されている。

特許文献 2 が開示された発明では、蒸気送出管の途中に設けられた塞止弁の開度調整がインチング操作で行われる構造を備えている。

このような構造によれば、ボイラ起動時において昇圧完了後に負荷側へ送出される蒸気の流量が急激に増加することを防止できるとともに、ボイラに対する外乱を最小限に抑えることができる。

20

【 0 0 0 9 】

さらに、特許文献 3 には、「ボイラ停止制御装置」という名称で、発電所等において補助蒸気を発生させるために用いられるボイラの制御装置に関する発明が開示されている。

特許文献 3 が開示された発明は、ボイラを停止する際に主蒸気止弁を所要速度で段階的に絞っていき、全閉となった時点で燃料遮断弁を全閉とする構造となっている。

このような構造によれば、ボイラの停止操作を行う際に、ボイラに大きなストレスが加わることを防止できるとともに、個人差のない安定した負荷下げを行うことが可能である。

【 先行技術文献 】

【 特許文献 】

30

【 0 0 1 0 】

【 特許文献 1 】 特開 2 0 0 3 - 2 5 4 0 1 7 号公報

【 特許文献 2 】 特開平 1 1 - 6 3 4 0 3 号公報

【 特許文献 3 】 特開平 1 0 - 3 0 0 0 0 4 号公報

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 1 1 】

上述の従来技術である特許文献 1 ~ 3 には、インチング操作を行ってバルブの開度を段階的に変化させることにより、ボイラに対する外乱を小さくする技術が開示されている。しかしながら、これらの文献が開示された技術は、蒸気や油といった流体を流通させるシステムの主配管等に設置され通常開状態にあるバルブを当初の閉状態から徐々に開度を上げていき定格流量等に調整するためのインチング操作であり、例えばポンプを起動する際の水頭圧上昇に伴う流量逃がし（バイパス）やポンプを停止する際の水頭圧減少に先だっ

ての流量逃がし（バイパス）という機能を備えるものではない。従って、発電プラントにおける蒸気タービン用のボイラに複数の燃料油ポンプが並列に接続されているような場合に、それらを用いて燃料を供給するシステムにおいて、追加で燃料油ポンプを起動させたり、稼働中の燃料油ポンプを停止させる際に、並列に接続されている他の燃料油ポンプとの間で圧力変動を吸収することができず、システム配管や機器に損傷を与えてしまう可能性もあるという課題があった。

40

すなわち、ボイラに対して、システム上の圧力変動を生じさせることなく燃料を安定し

50

て供給しつつ、複数の燃料油ポンプの稼働状態を柔軟に切り換えて、省エネルギー化を図ることができないという前述の課題は、これらの技術では解決することができない。

【0012】

本発明はかかる従来の事情に対処してなされたものであって、発電量等の負荷の目標値が変更された場合でも、ボイラへ燃料を送出する複数の燃料油ポンプの稼働状態を柔軟かつ安全に切り換えることで、その稼働に必要な電力等を最小限に抑え、省エネルギー化を図ることが可能な燃料供給システムと燃料供給方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0013】

上記目的を達成するため、請求項1記載の発明は、流量調整弁を有するとともに、この流量調整弁の上流に複数の燃料油ポンプが設置された供給配管を介して、燃料タンクに貯蔵された燃料をボイラへ供給する燃料供給システムであり、圧力調整弁を有するとともに複数の燃料油ポンプと流量調整弁の間に一端が接続され他端が燃料タンクに接続される戻り配管と、燃料タンクの下流から分岐し、この戻り配管への分岐点の上流で再び合流するように供給配管の途中に並列に設けられて燃料油ポンプが設置される複数のポンプ用配管と、これらポンプ用配管の各々に対し燃料油ポンプの上流側と下流側を接続するように併設されるポンプ用戻り配管と、これらポンプ用戻り配管の各々に設置される圧力安定弁と、を備えた燃料供給システムにおいて、複数設置された燃料油ポンプのうち少なくとも1台が運転中に追加で少なくとも1台を停止から起動する場合にボイラへ燃料を供給する方法であって、追加する燃料油ポンプの停止時に、この燃料油ポンプが設置されたポンプ用戻り配管の圧力安定弁を全開状態とし、その後燃料油ポンプを起動し、その後圧力安定弁の開度を全開から40%乃至50%まで変化させる第1の工程と、40%乃至50%から全開まで開度を変化させる第2の工程と、を備え、この第2の工程における閉操作は、第1の工程における閉操作よりも低速で実行されることを特徴とするものである。

【0014】

従来の燃料供給システムでは、既に稼働中の燃料油ポンプがある場合に、別の並列に設置されている燃料油ポンプを追加で起動すると、その燃料油ポンプから供給される水頭圧によって吐出される燃料の圧力が変動し、流量調整弁の操作のみでは、その影響を抑えられなくなり、結果として、システム上の配管や機器に対して圧力負荷がかかったり、ボイラに対する燃料の供給量の変動するという不具合が生じる。

これに対し、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システムでは、燃料油ポンプを追加で起動する際に、対応するポンプ用戻り配管に圧力安定弁を設けることで、当該燃料油ポンプを起動する際には起動時に水頭圧をかけたつても吐出された燃料の大半が、圧力安定弁による圧力損失を受けながらこのポンプ用戻り配管を通して当該燃料油ポンプの上流側に戻される（逃がされる）ため、燃料油ポンプの起動時に燃料油ポンプの出口で水頭圧がかかっても、燃料の圧力変動は抑制され、既に運転している他の並列設置の燃料油ポンプやポンプ用配管、あるいはその下流側の配管や機器については圧力変動の影響を受け難く、さらにボイラもその影響を受け難い。そして、当該燃料油ポンプの起動直後は、燃料をポンプ用戻り配管との間で循環させ、燃料の圧力変動が許容範囲内に収まった段階で圧力安定弁を徐々に閉じ、当該燃料油ポンプから吐出された燃料のボイラに対する供給量を少しずつ増やすことで、システム上の配管や機器、あるいはボイラに対する燃料の圧力変動の影響は小さく抑えられる。

【0015】

また、従来の燃料供給システムにおいて、稼働中の複数の燃料油ポンプのうちの一部を停止すると、その燃料油ポンプの下流側の燃料の圧力が変動する。そして、流量調整弁の操作のみでは、その影響を抑えられないため、システム上の圧力変動を抑制することができず配管や機器に損傷を与える可能性があると同時にボイラに対する燃料の供給量は急激に変動する。

これに対し、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システムでは、稼働中の燃料油ポンプの一部を停止する際に、対応するポンプ用戻り配管の圧力安定弁を用いて、

予めポンプ用戻り配管に圧力損失を生じさせながら燃料を戻す（逃がす）ことで、燃料油ポンプの下流側で予め燃料の供給を低下させることができ、燃料油ポンプを停止させた場合の下流側の燃料の圧力変動が抑えられる。その結果、システム上の圧力変動を抑制しボイラに供給される燃料の圧力が変動し難くなり、ボイラに対する燃料の供給量が安定する。なお、上述の圧力安定弁をいきなり全閉状態にすると、停止した燃料油ポンプの下流側の燃料の圧力が大きく変動してしまうが、圧力安定弁の開度が徐々に大きくなるように、その速度を調節することによれば、この燃料の圧力変動は抑制される。

【 0 0 1 6 】

また、上記構成の燃料供給方法においては、複数設置された燃料油ポンプのうちの少なくとも1台を追加で起動する場合に、燃料油ポンプの水頭圧が最も強く影響を与えるポンプ用戻り配管の閉塞、すなわち圧力安定弁が40%乃至50%から全閉する状態までの閉操作を、全開から40%乃至50%までの閉操作に比べて低速に実行することで、全閉までの時間は長くなるものの、追加で起動した燃料油ポンプから吐出される燃料の圧力変動を小さく抑制するように作用して、もってシステムを構成する配管や機器に対する損傷やボイラに対する燃料供給量の変動が抑えられるという作用を有する。

10

【 0 0 1 7 】

また、請求項2に記載の発明は、請求項1に記載の燃料供給方法において、第2の工程における閉操作はインチング閉操作であることを特徴とするものである。

このような構成の燃料供給方法においては、閉操作をインチング閉操作とするものであり、その作用は請求項1に記載の発明と同様である。

20

なお、インチング閉操作とは、予め定めた微小時間ほど弁（本願発明では圧力安定弁）を閉操作し、その後、予め定めた微小時間ほど停止させ、その後再び微小時間ほど弁を閉操作し、微小時間ほど停止するという繰り返しの操作を意味する。

【 0 0 1 8 】

さらに、請求項3に記載の発明は、流量調整弁を有するとともに、この流量調整弁の上流に複数の燃料油ポンプが設置された供給配管を介して、燃料タンクに貯蔵された燃料をボイラへ供給する燃料供給システムであり、圧力調整弁を有するとともに複数の燃料油ポンプと流量調整弁の間に一端が接続され他端が燃料タンクに接続される戻り配管と、燃料タンクの下流から分岐し、この戻り配管への分岐点の上流で再び合流するように供給配管の途中に並列に設けられて燃料油ポンプが設置される複数のポンプ用配管と、これらポンプ用配管の各々に対し燃料油ポンプの上流側と下流側を接続するように併設されるポンプ用戻り配管と、これらポンプ用戻り配管の各々に設置される圧力安定弁と、を備えた燃料供給システムにおいて、複数設置された燃料油ポンプのうちの少なくとも2台が運転中にこの運転中の燃料油ポンプの一部であって少なくとも1台を停止する場合にボイラへ燃料を供給する方法であって、停止する燃料油ポンプの運転時に、この燃料油ポンプが設置されたポンプ用戻り配管の圧力安定弁を全閉状態とし、その後圧力安定弁の開度を全開から40%乃至50%まで変化させる第1の工程と、40%乃至50%から全開まで開度を変化させる第2の工程と、を備え、その後に燃料油ポンプを停止し、この第1の工程における開操作は、第2の工程における開操作よりも低速で実行されることを特徴とするものである。

30

40

このような構成の燃料供給方法においては、稼働中の燃料油ポンプのうちの少なくとも1台を停止する場合に、燃料油ポンプの水頭圧が最も強く影響を与えるポンプ用戻り配管の閉塞からのわずかな開状態、すなわち圧力安定弁が全開から40%乃至50%までの開操作を、40%乃至50%から全開状態までの開操作に比べて低速に実行することで、全開までの時間は長くなるものの、停止しようとしている燃料油ポンプから吐出される燃料の圧力変動を小さく抑制するように作用して、もってシステムを構成する配管や機器に対する損傷やボイラに対する燃料供給量の変動が抑えられるという作用を有する。

【 0 0 1 9 】

また、請求項4に記載の発明は、請求項3に記載の燃料供給方法において、第1の工程における開操作はインチング開操作であることを特徴とするものである。

50

このような構成の燃料供給方法においては、開操作をインチング開操作とするものであり、その作用は請求項3に記載の発明と同様である。

なお、インチング開操作とは、予め定めた微小時間ほど弁（本願発明では圧力安定弁）を開操作し、その後、予め定めた微小時間ほど停止させ、その後再び微小時間ほど弁を開操作し、微小時間ほど停止するという繰り返しの操作を意味する。

【発明の効果】

【0021】

本発明の請求項1に記載の発明によれば、ボイラに対する燃料供給量の変動を抑えつつ、既に稼働中の燃料油ポンプに加え、別の燃料油ポンプを追加で圧力変動を抑制しながら安全に起動することができる。これにより、ボイラへ燃料を送出する複数の燃料油ポンプの稼働に要する電力等を最小限に抑え、省エネルギー化を図ることができる。

10

【0022】

請求項2に記載の発明によれば、請求項1に記載の発明と同様の効果を発揮することができる。

【0023】

本発明の請求項3に記載の発明によれば、ボイラに対する燃料供給量の変動を抑えつつ、稼働中の複数の燃料油ポンプのうちの一部を停止することができる。これにより、ボイラへ燃料を送出する複数の燃料油ポンプの稼働に要する電力等を最小限に抑え、省エネルギー化を図ることができる。

【0024】

請求項4に記載の発明によれば、請求項3に記載の発明と同様の効果を発揮することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0025】

【図1】本発明の実施の形態に係る燃料供給方法において使用する燃料供給システムの構成を示す系統図である。

【図2】(a)本実施例の燃料供給システムにおいて2台目の燃料油ポンプを起動する場合に、予め設定されたパターンに従って圧力安定弁の開度が時間的に変化する様子を示した図であり、(b)はボイラに対する燃料供給量の時間的な変化を模式的に示した図である。

30

【図3】(a)本実施例の燃料供給システムにおいて2台目の燃料油ポンプを起動する場合に、予め設定されたパターンに従って圧力安定弁の開度が時間的に変化する様子を示した図であり、(b)はボイラに対する燃料供給量の時間的な変化を模式的に示した図である。

【図4】(a)本実施例の燃料供給システムにおいて稼働中の2台目の燃料油ポンプを停止する場合に、予め設定されたパターンに従って圧力安定弁の開度が時間的に変化する様子を示した図であり、(b)はボイラに対する燃料供給量の時間的な変化を模式的に示した図である。

【図5】(a)本実施例の燃料供給システムにおいて稼働中の2台目の燃料油ポンプを停止する場合に、予め設定されたパターンに従って圧力安定弁の開度が時間的に変化する様子を示した図であり、(b)はボイラに対する燃料供給量の時間的な変化を模式的に示した図である。

40

【図6】従来技術に係る燃料供給システムの構成を示す系統図である。

【発明を実施するための形態】

【0026】

本発明の燃料供給方法について、火力発電所等の発電プラントにおいて蒸気タービンに供給する蒸気を発生させるボイラを例にとって説明する。なお、本発明は、発電プラントに設置された蒸気タービン用のボイラ以外についても利用可能である。また、本実施例では、2台の燃料油ポンプが設置されている場合について説明しているが、これに限定されるものではなく、3台以上の燃料油ポンプについても以下の説明は同様に適用される。

50

【実施例】

【0027】

図1は本発明の実施の形態に係る燃料供給方法において使用する燃料供給システム1の構成を示す系統図である。

図1に示すように、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システム1は、図6に示した従来の燃料供給システム50において、燃料油ポンプ52a, 52bと逆止弁59a, 59bの間から分岐するポンプ用戻り配管2a, 2bによって燃料油ポンプ52a, 52bの上流側と下流側が接続され、このポンプ用戻り配管2a, 2bに圧力安定弁3a, 3bがそれぞれ設けられた構造となっている。

【0028】

前述したように、従来の燃料供給システム50において、燃料油ポンプ52aの稼働中に、燃料油ポンプ52bを起動すると、燃料油ポンプ52bから供給される水頭圧によって吐出される燃料の圧力が変動するが、流量調整弁57の操作だけでは、この圧力変動の影響を抑えることができないため、並列設置されている燃料油ポンプ52aやポンプ用配管54aやさらに下流側の配管や機器に対して圧力変動が生じ、損傷を与える可能性があると同時にボイラ53に対する燃料の供給量が変動する。

これに対し、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システム1においては、ポンプ用戻り配管2bの圧力安定弁3bを全開にした状態で燃料油ポンプ52bを起動することで、燃料油ポンプ52bから吐出された燃料の大半がポンプ用戻り配管2bを通過して燃料油ポンプ52bの上流側に戻されるため、この燃料の圧力変動は並列設置されている燃料油ポンプ52aやポンプ用配管54aやその下流側の配管や機器に対して影響を及ぼす可能性はほとんどなくなり、ボイラ53に対しても直接影響を与え難い。

したがって、燃料油ポンプ52bの起動直後は、燃料をポンプ用戻り配管2bと燃料油ポンプ52bの間で循環させ、圧力安定弁3bを全開状態から40%乃至50%の開度まで下げていき、その後圧力変動が最も生じやすい全閉状態まで40%乃至50%の開度から徐々に下げていき、その速度は前半の全開状態から40%乃至50%の開度までよりも低速で下げることが重要である。弁の開度が40%乃至50%から圧力変動を最も生じやすい全閉状態までの弁の開操作を低速で行うことで圧力変動を生じさせないようにするためである。

なお、低速で圧力安定弁3bを閉操作する際には、例えばインチング回路を圧力安定弁3bに設けることで、予め定めた所望の速度で所望の時間間隔で閉操作を行うことが可能であり、より精度よく全閉状態の近傍の弁開度を調整することが可能である。インチング回路も設けることなく、手動でインチング操作を実行可能としてもよい。

燃料油ポンプ52bから吐出された燃料のボイラ53に対する供給量を少しずつ増やすことで、システムの配管や機器あるいはボイラ53に対する上述の燃料の圧力変動の影響が小さく抑えられる。すなわち、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システム1によれば、既に稼働中の燃料油ポンプ52aに加え、新たに燃料油ポンプ52bを起動する場合でも、ボイラ53に対する燃料供給量の変動を小さく抑えることができる。

【0029】

また、従来の燃料供給システム50では、並列設置された燃料油ポンプ52a, 52bの稼働中に、そのうちの1台、例えば、燃料油ポンプ52bを停止すると、燃料油ポンプ52bの水頭圧によって吐出される燃料の圧力が変動し、流量調整弁57の操作をしても、この圧力変動の影響を抑えることができず、並列設置されている燃料油ポンプ52aやポンプ用配管54aやさらに下流側の配管や機器に対して圧力変動が生じ、損傷を与える可能性があると同時にボイラ53に対する燃料の供給量が変動するという問題が生じる。

これに対し、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システム1においては、燃料油ポンプ52bを停止する前に、ポンプ用戻り配管2bの圧力安定弁3bを全開にして、燃料油ポンプ52bから吐出される燃料の大半を燃料油ポンプ52bの上流側に戻すことで、燃料油ポンプ52bの下流側への燃料供給量を可能な限り下げて燃料油ポンプ52bの下流側の燃料の圧力変動を抑えている。これにより、燃料油ポンプ52aやポンプ

10

20

30

40

50

用配管 5 4 a をはじめ、その下流側におけるシステムの配管や機器における燃料の圧力変動や、ボイラ 5 3 に供給される燃料の圧力変動が生じ難くなり、機器や配管の損傷を防止することができるのと同時に、ボイラ 5 3 に対する燃料の供給量が安定する。ただし、ポンプ用戻り配管 2 b の圧力安定弁 3 b をいきなり全開状態にすると、燃料油ポンプ 5 2 b の下流側の燃料の圧力が大きく変動するため、圧力変動が最も大きくなる全閉状態から 40 % 乃至 50 % の開度まで圧力安定弁 3 b の開度は徐々に大きくなるようにしつつ、その後 40 % 乃至 50 % から全開状態までは開度を大きくする速度を速めるように調節することが重要である。圧力変動を最も生じやすい全閉状態から弁の開度が 40 % 乃至 50 % までの弁の開操作を低速で行うことで圧力変動を生じさせないようにするためである。

なお、閉操作と同様に、低速で圧力安定弁 3 b を開操作する際にも、インチング回路を設けることで、予め定めた所望の速度で所望の時間間隔で開操作を行うことが可能であり、より精度よく全閉状態の近傍の弁開度を調整することが可能である。同様にインチング回路も設けることなく、手動でインチング操作を実行可能としてもよい。

このように、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システム 1では、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b の稼働中に、そのうちの 1 台を停止する場合でも、システムの配管や機器に損傷を与えることなく、ボイラ 5 3 に対する燃料供給量の変動を小さく抑えることができる。

すなわち、本発明の燃料供給方法において使用する燃料供給システム 1によれば、必要とされる発電量に応じて、ボイラ 5 3 へ燃料を送出する複数の燃料油ポンプの稼働状態を安全かつ柔軟に切り換えることで、その稼働に必要なエネルギーを節約することができる。

【 0 0 3 0 】

次に、実際に燃料供給システム 1 を用いてボイラ 5 3 に燃料を供給する手順について図 2 乃至図 5 を用いて具体的に説明する。なお、以下の説明において、図 1 に示した構成要素については同一の符号を付してその説明を省略する。

図 2 (a) 及び図 3 (a) は燃料供給システム 1 において稼働中の燃料油ポンプ 5 2 a に加えて燃料油ポンプ 5 2 b を新たに起動する場合に、時間の経過とともに開度が変化するように予め設定された圧力安定弁 3 b の開閉状態を示すグラフであり、図 2 (b) 及び図 3 (b) は、その際にボイラ 5 3 に対する燃料供給量が時間的に変化する様子を模式的に示した図である。

すなわち、図 2 (a) 及び図 3 (a) において、縦軸は全開状態を 100 % とした場合の圧力安定弁 3 b の開度を示しており、図 2 (b) 及び図 3 (b) において、縦軸は 1 時間当たり 55 キロリットルの燃料がボイラ 5 3 に供給される状態を 100 % とした場合の燃料供給量を示している。また、図 2 (a) , (b) 及び図 3 (a) , (b) において、横軸は燃料油ポンプ 5 2 b の起動を開始した時点からの経過時間を示している。

【 0 0 3 1 】

前述のとおり、燃料供給システム 1 においては、既に稼働中の燃料油ポンプ 5 2 a に加えて燃料油ポンプ 5 2 b を新たに起動する場合、ポンプ用戻り配管 2 b の圧力安定弁 3 b を全開にする。したがって、図 2 (a) に示すように、燃料油ポンプ 5 2 b の起動を開始した時点で圧力安定弁 3 b の開度は 100 % となっている。そして、燃料油ポンプ 5 2 b から吐出された燃料の圧力に大きな変動が生じないように、21 秒かけて開度が 30 % になるまで圧力安定弁 3 b を閉じる。その後、圧力安定弁 3 b を閉じる速度をさらに遅くして、69 秒かけて圧力安定弁 3 b をゆっくりと閉じ、全閉状態にする。すなわち、開度が 30 % に達するまでは圧力安定弁 3 b を 1 秒当たり 3.33 % ずつ小さくなるように閉じていき、それ以降は 1 秒当たり 0.43 % ずつ小さくなるように圧力安定弁 3 b を閉じるようにするのである。

【 0 0 3 2 】

開度が 30 % に達した後も同じ速度で圧力安定弁 3 b を閉じた場合、燃料油ポンプ 5 2 b から吐出された燃料の圧力が大きく変動するが、上述したように、開度が 30 % に達した時点で圧力安定弁 3 b を閉じる速度を遅くして、開度が 1 秒当たり 0.43 % ずつ小さ

10

20

30

40

50

くなるように圧力安定弁 3 b を閉じるようにすると、燃料油ポンプ 5 2 b から吐出される燃料の圧力変動が小さくなる。しかしながら、図 2 (b) に示すように、ボイラ 5 3 に対する燃料供給量の変動は 1 3 % 程度生じており圧力変動の抑制効果としては不十分であると考えられる。

なお、図 2 (a) では、圧力安定弁 3 b の開度が 3 0 % に達した後、閉じる動作を 1 秒間行い、その動作を 7 秒間停止するというパターンを繰り返すインチング操作 (図 2 (a) 参照) を実施して、圧力安定弁 3 b を断続的に閉じていく方法が示されている。しかし、圧力安定弁 3 b を閉じる速度が同じであれば、無理にインチング操作にこだわる必要はなく、連続的に圧力安定弁 3 b を閉じる方法を採用しても良い。

【 0 0 3 3 】

一方、図 3 (a) は、圧力安定弁 3 b が 1 6 . 5 秒かけて開度が 4 5 % になるまで閉じられた後、1 0 3 . 5 秒かけて閉じられる様子を示している。この場合、開度が 4 5 % に達するまで圧力安定弁 3 b は 1 秒当たり 3 . 3 3 % ずつ小さくなるように閉じられ、それ以降は 1 秒当たり 0 . 4 3 % ずつ小さくなるように閉じられることになるため、圧力安定弁 3 b が全閉状態となるまでの時間は、図 2 (a) に示した方法で圧力安定弁 3 b を閉じる場合に比べて 3 0 秒ほど長くなる。しかし、このような方法によれば、燃料油ポンプ 5 2 b から吐出される燃料の圧力変動は図 2 (a) に示した場合よりも小さくなり、その結果、図 3 (b) に示すように、ボイラ 5 3 に対する燃料供給量の変動は 6 % 以内に抑えられ、圧力変動抑制の効果としては十分と考えられた。

なお、図 2 (a) では圧力安定弁 3 b の開度が 3 0 % 以降、図 3 (a) では同様に開度が 4 5 % 以降、それぞれ 1 秒当たりの閉操作の速度はいずれも 1 秒当たり 0 . 4 3 秒と同じであるにもかかわらず、閉操作の速度を低くした開度によって圧力変動の抑制効果に差が生じるという興味深い効果を得ることができた。すなわち、本実施例による試験の結果、燃料油ポンプ 5 2 b の起動に伴って、圧力安定弁 3 b の開度を小さくしていく場合には、4 0 % 乃至 5 0 % の開度から全閉状態までの閉操作ではインチング閉操作が有効であるということが明らかになったのである。

【 0 0 3 4 】

図 4 (a) 及び図 5 (a) は燃料供給システム 1 において燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b が稼働している状態で燃料油ポンプ 5 2 b のみを停止する場合に、時間の経過とともに開度に変化するように予め設定された圧力安定弁 3 b の閉閉状態を示すグラフであり、図 4 (b) 及び図 5 (b) は、その際にボイラ 5 3 に対する燃料供給量が時間的に変化する様子を模式的に示した図である。

すなわち、図 4 (a) 及び図 5 (a) において、縦軸は全開状態を 1 0 0 % とした場合の圧力安定弁 3 b の開度を示しており、図 4 (b) 及び図 5 (b) において、縦軸は 1 時間当たり 5 5 キロリットルの燃料がボイラ 5 3 に供給される状態を 1 0 0 % とした場合の燃料供給量を示している。また、図 4 (a) , (b) 及び図 5 (a) , (b) において、横軸は燃料油ポンプ 5 2 b を停止した時点からの経過時間を示している。

【 0 0 3 5 】

前述したように、燃料供給システム 1 においては、燃料油ポンプ 5 2 a , 5 2 b が稼働している状態で燃料油ポンプ 5 2 b のみを停止する場合、ポンプ用戻り配管 2 b の圧力安定弁 3 b を全開にして、燃料油ポンプ 5 2 b からの燃料の大半をポンプ用戻り配管 2 b を経由して燃料油ポンプ 5 2 b の上流側に循環させる。ただし、ポンプ用戻り配管 2 b の圧力安定弁 3 b をいきなり全開状態にすると、燃料油ポンプ 5 2 b の下流側の燃料の圧力が大きく変動するため、圧力安定弁 3 b の開度は徐々に大きくする。すなわち、図 4 (a) に示すように、燃料油ポンプ 5 2 b を運転している時点では圧力安定弁 3 b が全閉状態となっている。

次に、燃料油ポンプ 5 2 b の下流側の燃料の圧力が大きく変動しないように、7 7 秒かけて開度が 3 0 % になるまで圧力安定弁 3 b をゆっくりと開く。その後、圧力安定弁 3 b を開く速度を上げ、1 3 秒で圧力安定弁 3 b を全開状態にする。そして、その後に燃料油ポンプ 5 2 b を停止する。

10

20

30

40

50

すなわち、開度が30%に達するまでは圧力安定弁3bの開度を1秒当たり0.39%ずつ大きくし、それ以降は1秒当たり5.38%ずつ圧力安定弁3bの開度を大きくするのである。なお、図4(a)に示すように、圧力安定弁3bを開く際には、図2(a)や図3(a)の場合と同様のインチング操作を実施した。

【0036】

上記方法によってポンプ用戻り配管2bの圧力安定弁3bを全開状態にした場合、燃料油ポンプ52bの下流側の燃料の圧力変動は全体的に小さくなるが、圧力安定弁3bの開度が70%に達した時点でピークが発生する。そのため、圧力安定弁3bの開度が70%に達した時点、すなわち、燃料油ポンプ52bを停止してから84.4秒後の時点からボイラ53に対する燃料供給量がやや変動する。ただし、図4(b)に示すように、その変動量は13%以内であったが、効果としては不十分であった。

10

【0037】

一方、図5(a)は、圧力安定弁3bが154秒かけて開度が40%になるまで開かれた後、11秒で全開状態にされる様子を示している。この場合、圧力安定弁3bの開度は40%に達するまで1秒当たり0.26%ずつ大きくなり、それ以降は1秒当たり5.45%ずつ大きくなる。なお、ここでは、圧力安定弁3bの開度が40%に達するまでの間、開く動作を1秒間行い、その動作を11秒間停止するというパターンを繰り返すインチング操作を実施して、圧力安定弁3bを断続的に開いていく方法を採用している(図5(a)参照)。

図5(a)に示すように、圧力安定弁3bが全開状態となるまでの時間は、図4(a)に示した方法で圧力安定弁3bを閉じる場合に比べて75秒ほど長くなる。しかし、このような方法によれば、燃料油ポンプ52bの下流側の燃料の圧力変動は全体的に小さくなり、圧力安定弁3bの開度が70%に達した時点のピークも小さくなる。したがって、図5(b)に示すように、ボイラ53に対する燃料供給量の変動は6%以内に抑えられ効果としても十分であった。

20

すなわち、図4(a)では圧力安定弁3bの開度が30%まで、図5(a)では同様に開度が40%まで、インチングによる開操作を行っても圧力変動の抑制効果に差が生じるという効果を得ることができた。従って、本実施例による試験の結果からも、燃料油ポンプ52bの停止に際して、圧力安定弁3bの開度を全閉から大きくしていく場合には、全閉状態から40%乃至50%の開度までの開操作ではインチング開操作が有効であるとい

30

【産業上の利用可能性】

【0038】

本発明の請求項1乃至請求項4に記載された発明は、発電プラントに設置された蒸気タービン用のボイラに限らず、それ以外のボイラについても適用することができる。

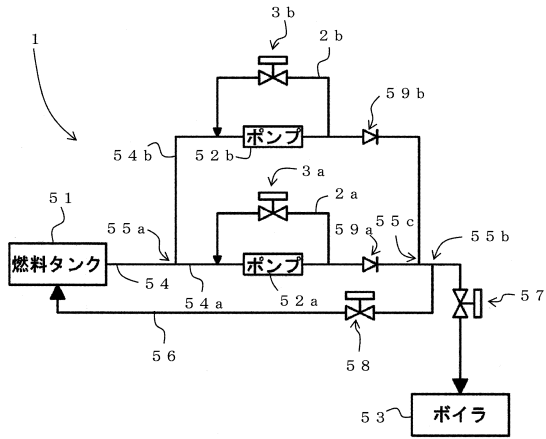
【符号の説明】

【0039】

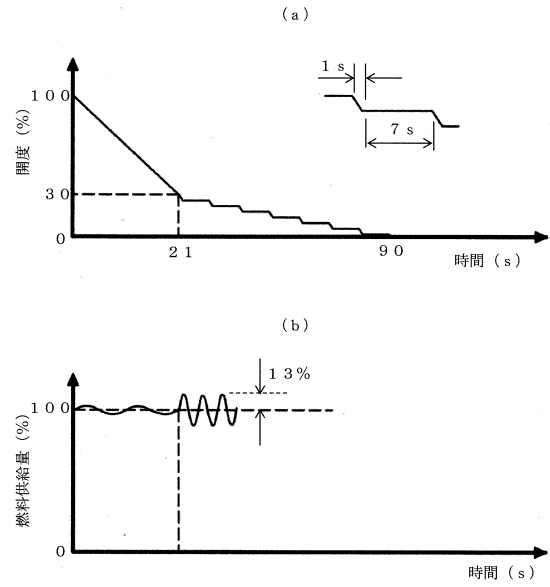
1...燃料供給システム 2a, 2b...ポンプ用戻り配管 3a, 3b...圧力安定弁 50...燃料供給システム 51...燃料タンク 52a, 52b...燃料油ポンプ 53...ボイラ 54...供給配管 54a, 54b...ポンプ用配管 55a, 55b...分岐点 55c...合流点 56...戻り配管 57...流量調整弁 58...圧力調整弁 59a, 59b...逆止弁

40

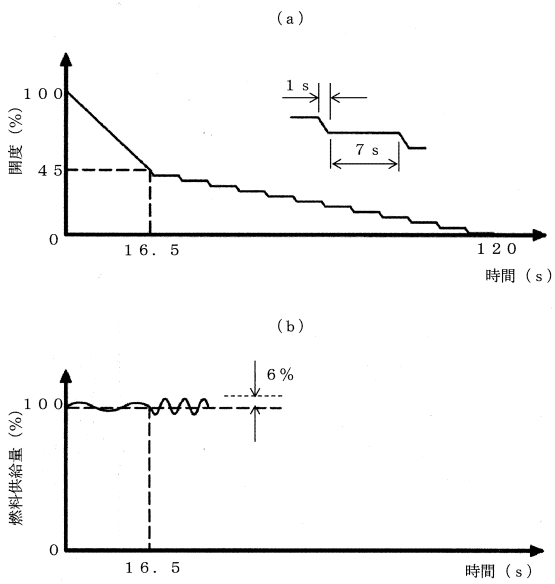
【図1】



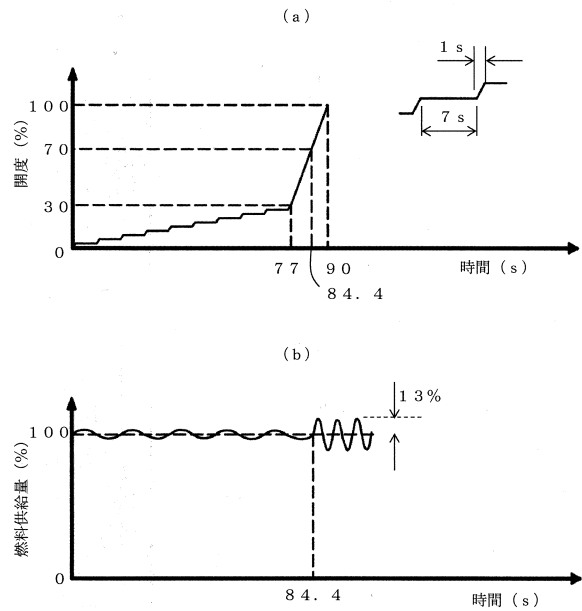
【図2】



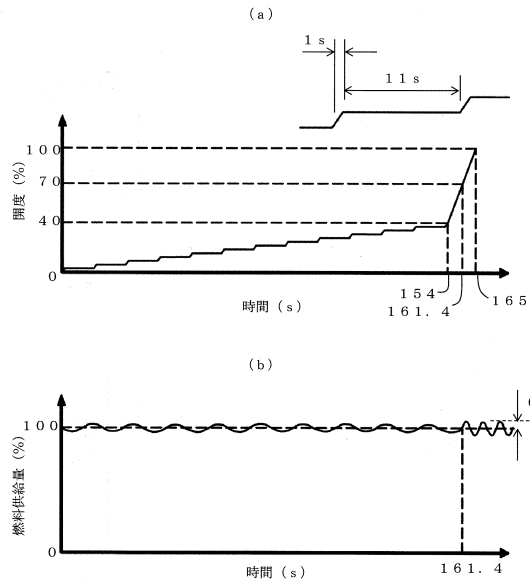
【図3】



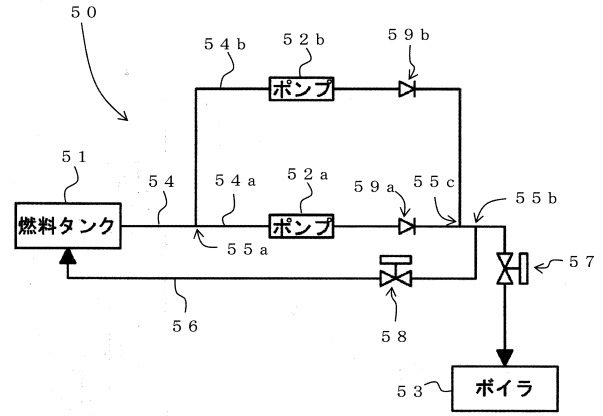
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (56)参考文献 実開昭59-019990(JP,U)
特開昭52-050034(JP,A)
特開平10-300004(JP,A)
特開昭55-049604(JP,A)
特開平10-082522(JP,A)
米国特許第04797089(US,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F23N 1/00
F23K 5/00-5/22