

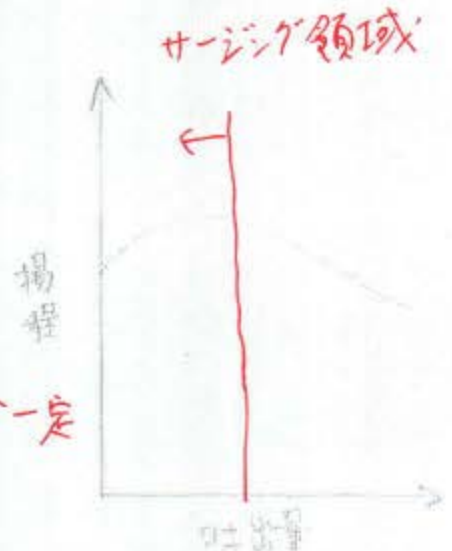
ポンプ運転中に、吐き出し圧力と吐き出し量が激しい周期的変動を生ずることがある。この現象をサージング(surging)という。ポンプ揚程曲線を描きこの発生原因と対策を述べよ。

記入者 〇〇〇〇
作成日 2014/8/25
課題No. 〇〇〇〇
履歴No. 〇〇〇〇
部門 機械
専門科目 流体力学
専門事項 化学機械

事項

1. サージング発生原因

右上がりの揚程曲線の箇所が発生し、吐き出し量と吐き出し圧力周期的に変化する現象である。吐き出し量が少ない箇所において、ポンプ出口の圧力が、ポンプ内の圧力より高くなっている。このため、ポンプの回転数が少ない場合、圧力の高い後流側の流体がポンプ内へ逆流することが原因によって起こる。



2. サージングの対策

1) ポンプ内にバイパスを設ける。

右上がり部分での運転するのが短時間であれば、ポンプ内に吐き出し量の一部にバイパスを設ける。それによりポンプ内を流れる流量を多くし、揚程曲線の右下がりの部分で運転するようにすればよい。

2) ポンプ出口に流量調節弁を設ける。

吐き出し量を調整するためにポンプの吐き出し口に流量調節弁を設ける。それにより、ポンプ内の圧力が、ポンプ吐き出し口の圧力より多くなるように設定する。

3) 空気だまりが発生することによりポンプ内圧力が不安定な状態になるため、管路の途中に空気だまりができないようにする。

同じ=2つありかし

ピトー管を用いた流速計測法とオリフィスを用いた流量計測法について各々の原理を図を用いて説明せよ。またその計測方法の使用上の注意事項について述べよ。

記入者 〇〇〇〇
 作成日 2014/3/25
 課題No. 〇〇〇〇
 履歴No. 〇〇〇〇
 部門 機械
 専門科目 流体工学
 専門事項 化学機械

事項

1. ピトー管を用いた流量計測法

1) 原理: ベルヌーイの定理 $V^2/2g + P/\rho + Z = \text{一定}$ を用いた計測法である。ピトー管の一方は管内から、流体が水平に入り込む形とし、流体の^全圧力 p_1 がかかるようにする。もう一方にも~~出口~~を設けて、~~大気~~圧 p_2 とし、ピトー管の~~リチューブの中に~~水を入れる。ピトー管内の流速は~~ゼロとなるため、管内の流体の~~圧力 p_1 とピトー管の圧力 p_2 よりその圧力差から管内の流体の流速を測定することができる。



全圧、密度

2. オリフィスを用いた流量計測法

1) 原理: 管内の一部の内径を狭くし、流速を一時的に速くする。管内の流体の圧力とオリフィスにより、狭くなった箇所^の圧力との差から、上記と同じくベルヌーイの定理により、管内の流速を導く測定である。測定点は2箇所あり、それぞれの断面積より、流速を決定することが可能である。



動圧が密度

3. 使用上の注意事項:

- a) ベルヌーイの定理を適用するために流体の流れが一樣で、流速の変化がない状態で測定する。
- b) 流体の平均流速を測定するためには、流体の圧力が平均値であるか複数箇所測定し、正確な圧力値を求める必要がある。
- c) オリフィスの位置が管内の測定位置と標高が異なる場合には、その値を補正する必要がある。

変動

平均化

密度
 これだけか

ピトー管の向きは流れに対して平行にする。→どうや、か?

流体機械の小型化(又は軽量化)を推進するプロジェクトリーダーを命ぜられた。対象とする流体機械を一つ選定し、この業務を推進するにあたり、以下の問いに答えよ。

- (1) 対象とした流体機械の構造について説明せよ。
- (2) 小型化(又は軽量化)を実現するための方法と課題を挙げよ。
- (3) 予想されるリスクとその対策を述べよ。

記入者 ■■■■■
作成日 2014/8/25
課題No. 8
履歴No. 8
部門 機械
専門科目 流体工学
専門事項 化学機械

事項

1. 2014年8月25日 化学機械部 試験問題

1) 対象とした流体機械

脱硝装置入口に設置してあるアンモニア注入管：火力発電で排出される排ガスのNOxを除去する環境装置の一部である。脱硝装置入口の排ガスのダクト内断面に網状に配管を設置し、複数のアンモニア注入弁を設けて、そこから排ガスに向けてアンモニアエアゾルが吹き出す構造となる。

エアゾル

出題主旨はこのようなことではない

2)-1 小型化(又は軽量化)を実現するための方法

- 1) アンモニア注入管の本数を減らし、注入弁一つあたりのアンモニア吹き出し量を増加させる。
- 2) アンモニア注入管の後流にあるミキシングパイプの本数を増減させ、レイノルズ数を4000以上にする。

2)-2 小型化実現の課題

a) 排ガスに注入される アンモニアの均一化 拡散、混合、効率化と
ダクト断面にアンモニアが均一に分散されるように注入ノズルの配置を検討する。また注入管内の動圧が注入弁出口の静圧の30倍以上にし、各々の注入ノズルから均一のアンモニアの量が噴射するようにする。

b) 排ガス中に含まれる石炭灰によるエロージョン
アンモニア注入管の本数を減少させることにより、ダクト内の排ガスの流速が増加する。排ガス流速が20m/s以上であれば、10μm以下の石炭灰であってもエロージョン摩耗式からNH3注入管の摩耗量が大きくなり、取り替え時期が早まりコストUPとなる。ダクト内流速は15m/s以下とする。

この辺の話を成り行き的に言うのは

受験番号	
問題番号	
	枚目 枚中

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

混合できる

c) アンモニア注入後のレイノルズ数の確保
 排ガス中にアンモニアを注入した後の混合気体の拡散率を上げるため、ミキシングパイプを設置して、排ガスに乱流を引き起こす。ミキシングパイプ直後におけるレイノルズ数が4000以上であれば、乱流が起きていると判断され、NH3が攪拌されている。そうでなければ、本数を増加させることで、排ガスのレイノルズ数を引き上げる。

↑ しっかり混合 → 反応

3) 予想されるリスクとその対策

a) 予想されるリスク

構造(前提)と過程を分離に示す

ダクト内流速増加による後流にある触媒板の共振
 脱硝設備内にアンモニアとNOxの反応を促進させるため、触媒ブロックを設置してある。その触媒ブロックには、80枚程度の触媒板が収納されている。ダクト流速増加により、触媒板の間の流速も変化してくる。流体の流れによる触媒板の振動数が触媒板の固有振動数近傍になると共振が起こり、触媒板が激しく振動し、触媒ブロックから脱落することがある。この脱落した触媒板が後流のエアヒーターに落下し、エアヒーターが損傷または、引火する可能性がある。

わかりにくい

b) リスクの対策

どうやって出すのか

触媒ブロックの触媒板の固有振動数をあらかじめ把握し、触媒板間隔を変更する。それにより、流体が触媒板に引き起こす振動数が固有振動数に近くならないようにする。

同じように

たまたまの事故

エネルギー分野の技術開発の方向性として、エネルギーコストの低減、エネルギーセキュリティ確保および環境負荷の軽減に資するものを重点的に取り扱うことが必要である。これらの観点から、あなたの専門とする分野のエネルギー消費低減について、以下の問いに答えよ。

- (1) エネルギー消費低減の対象とするシステム又は機器を一つ選定し、選定したシステム又は効きについて説明するとともに、エネルギー消費低減を進めるために重要と考える項目を取り上げ、その理由を述べよ。
- (2) 重要と考えた項目を実現する上での技術的課題とその解決策を提案せよ。
- (3) (2)で述べた解決策を具体化する方法を示すとともに、その中でリスクについて述べよ。

記入者 ■■■ ■■■
作成日 2014/8/25
課題No. 8
履歴No. 8
部門 機械
専門科目 流体工学
専門事項 化学機械

事項

1)-1 対象とした流体機械

脱硝装置：火力発電で排出される排ガスのNOxを除去する環境装置である。脱硝装置内断面に触媒板が納入されてある触媒ブロックを敷き詰め設置してある。脱硝装置入口において排ガスにNH3を注入し、排ガスはこの触媒ブロックを通過する際に脱硝反応を促進される。

1)-2 エネルギー消費低減を進めるための重要項目

a) 圧力損失の低減：排ガスが触媒ブロックを通過する際に圧力損失が生じる。この圧力損失が高ければ、排ガスを後流へ流すエネルギーが必要となり、ボイラに負荷が増加する。ボイラ負荷が高くなれば、その分石炭の消費も増加する。

b) 脱硝装置機内温度管理：脱硝装置機内の温度を脱硝効率の一番高くなる360℃～380℃に維持管理する。380℃以上であれば、脱硝装置以前の段階で、冷却装置を設けるか、装置までのダクトの長さを延長し、排ガスの温度を下げる必要がある。機内温度が350℃以下であれば、排ガスを再加熱する必要があるため、エネルギーを消費する。

2)-1 重要項目を実現させるための技術的課題

a) 圧力損失低減に伴う機内流速の管理と脱硝効率
脱硝装置内断面には触媒ブロックが敷き詰められ、触媒ブロックには80枚程度の触媒板が収納されてある。この触媒板を少なくすることにより、圧力損失を下げることが可能である。しかし、触媒板の枚数を減らす

× 後の脱硝装置に合わせる

問題 → 課題 → 対策の一方に解くように!

受験番号																				
問題番号																				

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

ことから、脱硝装置反応器断面の排ガス流速が 6m/s 以上に速くなること、必要触媒量に対しての触媒量が減ることにより脱硝効率が下がる。

対策：脱硝効率の最大となる排ガス流速 5m/s ~ 5.5m/s 程度に管理する必要がある、触媒板の枚数を減らした量を触媒板の長さで調整する。

目的は前へ

対策は何か?

b) 排ガス温度の冷却時間における偏流の発生
ボイラからの排ガス温度が、脱硝装置に到達するまでの温度の低下度合いを把握し、脱硝装置までのダクトの長さを決める。その間に偏流が起こる可能性がある。これにより偏流が起き、局所的に排ガスの流速が速くなる。偏流が起こったまま、脱硝装置内に排ガスが入ると流速が早い箇所、石炭灰による触媒板のエロージョンが増加する。その結果、触媒ブロックの交換時期が設計値より早まる。

検討過程は不要です

結論を簡潔に言え

対策：脱硝装置入口において、排ガスをかき混ぜた状態にし、もう一度整流をしてから脱硝装置内に入れるようにする。排ガス流速が断面に対して均一で整流されている場合、石炭灰は垂直に下降し、触媒板との衝突回数も減少し、磨耗度合いが低くなる。

治す問題点も述べない!

3)-1 技術的課題の具体的方法

a) 圧力損失低減に伴う機内流速と脱硝効率
石炭の性状から、排ガスを導き、排ガス流速が最適となる脱硝装置反応器内の断面を設定する。また設置する必要な触媒量を計算し、圧力損失を低くした場合

どうですか

どうですか

どうですか

受験番号									
問題番号									
			枚目				枚中		

技術部門	部門
選択科目	科目
専門とする事項	

においても同じ量になるようにする。

b) 排ガス温度の冷却時間における偏流の発生

排ガスの攪拌は、脱硝入口のNH₃注入後にミキシングパイプを設置して、排ガスに乱流を発生させ、攪拌する。その後、整流板を設置し、脱硝装置断面の排ガスを均一な状態にする。

3)-2 予想されるリスクとその対策

a) 予想されるリスク

石炭種類変更に伴う石炭灰によるエロージョン

石炭種類が設計の条件と異なるものに変更された際に灰成分が多く含まれる石炭に変更されることがある。

その場合、ポップコーンアッシュと呼ばれる、灰の塊が脱硝装置に飛来して来て触媒ブロック、触媒板を損傷させる。また通常の灰の粒子の径より大きいいため、触媒ブロック表面に早期に堆積し、排ガスの通過を妨害することになる。その結果、機内流速が局所的に早くなり、触媒板のエロージョンが急激に進行し、触媒ブロックの交換時期が早まることで、運営コストが増大する。

↑前提事項は前へ

b) 対策：脱硝装置入口手前は、ダクトの形状がしたから上へ上がる立ち上がりダクトになっていることが多い。そのため、脱硝装置入口に金網状の防護柵を設け、その下方にホッパーを設置して、ポップコーンアッシュを回収し、脱硝装置内への侵入を防ぐ。

分岐

7割は水びけのこ?