

Винахід відноситься до тонкого автоматичного регулювання частоти обертання парових турбін-приводів компресорів за допомогою спеціальних керуючих систем у виробництві, наприклад, аміаку. Може використовуватися в металургії; теплоенергетиці й інших галузях.

Значне поширення одержав спосіб регулювання обертів турбіни, який має наступні вузли: масляний насос, виконавчий механізм автомата безпеки, стопорний клапан, золотник керування, сервопривід регулюючих клапанів, регулятор швидкості. Одна з гідродинамічних систем регулювання обертів турбіни складається з двох відцентрових масляних насосів, один з яких насаджено на вал турбіни; сервомотора (сервопривід); регулятора швидкості який об'єднує: поршень зі штоком, що поділяє камеру на дві частини: верхню і нижню, і золотника з буксою, насадженого на шток поршня; виконавчого механізму автомата безпеки і масляного бака [1. В.И. Енгель - Крон, Устройство и ремонт оборудования турбинных цехов тепловых электростанций. М., "Высшая школа", 1985г., с.91-92]. Один насос подає масло до сервомоторів регулюючих клапанів і на змащення підшипників турбіни. Другий насос виконує частину функцій регулятора швидкості: тиск масла, створюваний цим насосом - регулятором швидкості пропорційно квадрату числа обертів турбіни. Масло з нагнітання насоса розподіляється на два потоки, що направляються з двох боків на поршень регулятора швидкості: перший потік - зверху, другий потік - знизу через дросельний клапан і звідси ж є злив у масляний бак. У верхній камері регулятора швидкості тиск масла залежить від тиску на нагнітання насоса, яке, у свою чергу, залежить від обертів турбіни. Таким чином, поршень регулятора швидкості знаходиться під дією різниці тисків масла у верхній і нижній камерах. При збільшенні числа обертів турбіни тиск у верхній камері регулятора швидкості підвищується, а т. як тиск у нижній камері не змінюється, то опускається поршень із золотником букси, що відкриває доступ маслу від першого насоса в нижню порожнину сервомотора. Поршень сервомотора піднімається і прикриває регулюючі клапани турбіни. При зниженні числа обертів процес відбувається в зворотному порядку.

Основний недолік гідродинамічних способів регулювання полягає в інерційності її роботи і залежності її від якості масла: відкриваючи чи закриваючи вручну дросельний клапан, змінюють число обертів при роботі турбоагрегату на індивідуальну мережу або змінюють навантаження при його паралельній роботі з іншими агрегатами.

Найбільш близькою з існуючих гідродинамічних систем регулювання обертів парової турбіни - привода компресорів (турбоагрегатів) складається з: двох відцентрових масляних насосів, один з яких установлений на валу турбіни і виконує функції регулятора обертів; регулятора швидкості, золотника керування сервоприводом до регулюючих клапанів турбіни; дроселя.

Другий насос подає масло до сервопривода регулюючих клапанів і на змащення підшипників турбіни. Зміна обертів парової турбіни здійснюється під впливом тиску масла від двох насосів за допомогою дроселя на регулятор швидкості і золотник керування гідроприводом. При збільшенні числа обертів парової турбіни зростає тиск нагнітання масла насоса, відкривається керований дросель регулятора швидкості, знижується тиск масла, що надходить на золотник керування, і сервоприводом прикриваються регулюючі клапани турбіни, і оберти знижуються. При зниженні числа обертів процес відбувається в зворотному порядку. [Описание и инструкция по эксплуатации паровой турбины завода изготовителя. Чехия, г. Брно, 1984г., 91с. - прототип].

Недоліки зазначеного способу регулювання полягають у тім, що утруднюється дотримання нормального технологічного режиму роботи парової турбіни - привода компресорів через недоліки управління частотою її обертання: спостерігається часті непередбачені сплески (зриви) обертів турбіни на неприпустиму величину 300-400об/хв (норма  $\leq 30$ ); мала місце неадекватна реакція золотника керування сервоприводом на режим роботи турбіни; влучення компресора в припомпажний і помпажний режими, що погіршує їхній технічний стан; регулятор швидкості часто виходить з ладу внаслідок зміни своїх завданих технічних характеристик, відсутнє дистанційне автоматичне керування параметрами роботи парової турбіни-привода компресора природного газу, невисокий ККД (коефіцієнт корисної дії) компресора. Сучасний рівень керування аналогічними типами парових турбін дозволяє вводити в систему регулювання управління турбіною електронну і комп'ютерну техніку, яку в прототипі не використано.

В основу винаходу способу автоматичного регулювання паровою турбіною поставлена задача удосконалити морально застарілий спосіб регулювання числа обертів турбіни шляхом впливу спеціальним пневматичним клапаном в зоні золотника керування і виведення сигналу для автоматичного дистанційного керування, що дозволяє здійснювати регулювання частоти обертання турбіни у вузькому діапазоні; подовжити мікрремонтний пробіг; знизити споживання пари турбіною; підвищити ККД компресора; виключити виникнення критичних режимів роботи агрегату, наприклад у виробництві аміаку.

Поставлена задача вирішується у способі автоматичного регулювання паровою турбіною шляхом впливу тиском масла від насоса на регулятор швидкості і золотник керування сервоприводом регулюючих клапанів турбіни, за винаходом, вплив тиском масла від насоса здійснюють безпосередньо на золотник управління спеціальним пневматичним клапаном - регулятором швидкості, автоматично керованим сигналом з комп'ютера.

Гідродинамічний регулятор швидкості з його масляними комунікаціями включаються з пропонованою системою, що дозволяє:

- підтримувати протягом тривалого часу завдані оберти турбіни з відхиленням не більш  $\pm 3$  оберти за хвилину, що не менш ніж на порядок точніше показника відомих способів;
- подовжити мікрремонтний пробіг;
- підвищити ККД компресора;
- виключити виникнення критичних режимів роботи агрегату, наприклад, по виробництву аміаку.

Досягти аналогічного результату без використання спеціальних технічних засобів: спеціального пневматичного клапана, програмного забезпечення, спеціальних датчиків обертів для зв'язку комп'ютера з турбіною та іншого у відомих системах не представляється можливим.

Здійснення способу автоматичного регулювання паровою турбіною розглянемо на конкретному прикладі у виробництві аміаку з природного газу агрегату потужністю 1360 тонн  $\text{NH}_3$  за добу.

Регулювання здійснюють шляхом прямого впливу на золотник управління 5 (Fig.) сервоприводом 4 регулюючих клапанів турбіни 6 регулятором швидкості - спеціальним пневматичним клапаном 2, сигнал

управління яким водиться для автоматичного й дистанційного управління, наприклад, на ЦПУ (центральный пульт управління) за допомогою програмного забезпечення і технічних засобів від комп'ютера 3. При зростанні числа обертів парової турбіни 6 (прикладі 1, 3) сигнал через комп'ютер 3 надходить на пневматичний клапан 2, що впливає за допомогою золотника керування 5 на сервопривід 4, викликаючи прикриття регулюючих клапанів турбіни 6 і зниження обертів. При зниженні числа обертів (прикладі 2, 4) парової турбіни 6 сигнал через комп'ютер 3 поступає на пневматичний клапан 2, що впливає за допомогою золотника керування 5 на сервопривід 4, викликаючи відкриття регулюючих клапанів турбіни 6, збільшення обертів і там самим підтримуються необхідні оберти, наприклад, 10500-10700 за хвилину<sup>1</sup> з відхиленням не більш  $\pm 3$  оберти за хвилину. Результат відомого і способу, що заявляється наведені в таблиці.

Таблица

Результат порівняння роботи систем регулювання

Найменування, Одиниця виміру	Нормативні вимоги	Показники						
		Винахід				Прототип		
		Приклади				Приклади		
		1	2	3	4	5	6	7
Тип турбіни	К-4,3-40,8	К-4,3-40,8				К-4,3-40,8		
Частота обертання парової турбіни, оберти/хв. <sup>-1</sup>	Не більш 11700	10500-10700				11700-11900-12100		
Відхилення частоти обертання турбіни, об/хв.	$\leq 30$	$\pm 3$				300-370-400		
Робота без зупинок, місяць	Не менше 11	13 (продовжує робити)				Не більше 3		
ККД компресора (турбокомпресора), %	Не регламентовано, чим вищий тим краще	85-86,7-87,5-88				69-70		
Витрата природного газу через компресор, тис.м <sup>3</sup> /годину	Не регламентовано, чим нижча-тим краще	45-47-48-49				54-56-57		
Витрата пари на турбіну, тонн/годину	Не регламентовано, чим нижча-тим краще	19,2-19,7				21,8-22,4		

Як видно з таблиці, пропонований спосіб (прикладі 1-4) у порівнянні з відомим (прикладі 5-7), дозволяє підтримувати оберти турбіни в заданому режимі регулятором швидкості протягом 13 місяців (агрегат продовжує працювати, що в 4,33 рази довше) з відхиленням не більш  $\pm 3$  оберти за хвилину при нормі  $\leq 30$  об/хв; не зафіксовано влучення компресора в припомпажний і помпажний режими; ККД компресора підвищується на 15-19%; досягається економія пари та природного газу.

Через недоліки в регулюванні частотою обертання паровою турбіною відомим способом спостерігається:

- часті непередбачені сплески (зриви) обертів турбіни на неприпустиму величину 300-400 об/хв (прикладі 5-7), що приводило до частих зупинок (через кожні три місяці мала місце неадекватна реакція золотника управління сервоприводом на режим роботи турбіни, влучення компресора в припомпажний і помпажний режими, що погіршувало технічний стан турбіни /вихід з ладу лопаток/ і компресора /вихід з ладу коліс, муфт, підшипників/, виходив з ладу регулятор швидкості внаслідок розриву сильфона і зміни жорсткості його пружини);

- перевитрати сировини, матеріалів та коштів на проведення ремонтних робіт при частих пусках і зупинках;

- втраті готового продукту (недовиріботок під час зупинок на ремонті), наприклад аміаку.

Таким чином; пропонований спосіб дозволяє удосконалити морально застаріле управління паровою турбіною - привода компресорів замінивши слабкі ланки сучасною процесорною технікою для досягнення тонкого регулювання частотою обертання і забезпечити ведення технологічного процесу протягом тривалого часу з високими показниками.

