

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **041045**

(13) **B1**

(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2022.08.31

(21) Номер заявки
202091592

(22) Дата подачи заявки
2020.07.27

(51) Int. Cl. **F01D 17/00** (2006.01)
F01D 17/20 (2006.01)
G05D 7/06 (2006.01)

(54) **АДАПТИВНАЯ ЦИФРОВАЯ СИСТЕМА РЕГУЛИРОВАНИЯ ТУРБИНЫ**

(31) **2019128319**

(32) **2019.09.09**

(33) **RU**

(43) **2021.03.31**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
**АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
"УРАЛЬСКИЙ ТУРБИННЫЙ
ЗАВОД" (RU)**

(72) Изобретатель:
**Турецков Алексей Васильевич,
Шехтер Михаил Валерьевич (RU)**

(74) Представитель:
Сорочан И.П. (RU)

(56) SU-A1-705130
RU-C1-2635425
SU-A1-877088
RU-C2-2442207
SU-A1-1040029

(57) Изобретение относится к энергетике и может быть использовано при производстве, реконструкции и эксплуатации систем регулирования турбин. Целью изобретения является повышение качества и гибкости управления, а также эффективности и степени автоматизации турбины. Указанная цель достигается за счет использования адаптивной цифровой системы регулирования турбины, состоящей из регулирующего органа (РО), привода РО, соединенного обратной связью с регулятором положения РО, и электрической части, включающей регулятор положения РО и элемент-формирователь общего управляющего воздействия системы автоматического регулирования (САР), выход которого подключен к входу регулятора положения РО через соответствующий датчик расхода рабочего тела через РО и элемент-вычислитель, определяющий величину открытия РО по заложенным в САР расходным характеристикам РО и проточной части турбины. Техническим результатом заявленного изобретения является устранение недостатков известных решений, а именно повышение качества переходных процессов регулирования, повышение качества участия турбины в первичном регулировании частоты сети, упрощение проведения пусконаладочных работ САР и ее обслуживание.

041045
B1

041045
B1

Изобретение относится к энергетике и может быть использовано при производстве, реконструкции и эксплуатации систем регулирования турбин.

Известна система регулирования паровой турбины, управление регулирующими клапанами (РК) которой осуществляется подачей общего управляющего воздействия от системы автоматического регулирования (САР) через элемент, в котором заложена заранее определенная зависимость и величина открытия РК в зависимости от этого управляющего воздействия. (Щегляев А.В., Смелницкий С.Г. Регулирование паровых турбин. -М. -Л.: Госэнергоиздат, 1962, стр. 38-39).

Недостатки такой системы регулирования:

изменение параметров пара перед турбиной приводит к отклонению качества переходных процессов регулирования от оптимального, так как усилители системы регулирования настраиваются под одну определенную величину параметров пара, обычно номинальную;

степень неравномерности регулирования изменяется в зависимости от параметров пара перед турбиной, к.п.д. турбины и других величин, что затрудняет участие турбины в первичном регулировании частоты, то есть не обеспечивает высокого качества регулирования;

большое искажение степени неравномерности в случае исключения одного или нескольких РК из работы, например из-за неисправности их приводных устройств;

из-за того, что в САР строго заданы итоговые зависимости открытия РК от общего управляющего воздействия, отсутствует возможность простого оперирования САР напрямую величинами расходов пара через РК от общего управляющего воздействия, обычно являющимися в практике турбостроения линейными зависимостями, так как расходные характеристики элементов парораспределения и проточной части турбины существенно нелинейны. Также отсутствует возможность управлять индивидуально и независимо расходами пара через каждый РК для реализации сложных алгоритмов управления, способных повысить эффективность и маневренность турбины. Данное обстоятельство ограничивает возможности и снижает "гибкость" в настройке и работе САР;

при необходимости внесения корректировок в порядок работы и величин расходов пара через РК по сравнению с исходными требуется проводить перерасчет их величин открытий заводом-изготовителем и вносить в САР новые зависимости открытия РК от управляющего воздействия, что усложняет проведение пусконаладочных работ САР;

использование механических узлов для обеспечения последовательности и величины открытия РК, таких как шестерни, подшипники, кулаки, приводит к повышенной нечувствительности, снижает надежность и точность работы системы регулирования, усложняет техническое обслуживание САР.

Известна система регулирования паровой турбины, содержащая элемент, который корректирует коэффициент усиления усилителя главного сервомотора турбины в зависимости от параметров пара перед турбиной. (А.с. 399611 СССР. Система регулирования паровой турбины/А.В. Лякин, М.М. Волынский, В.Н. Проскуркин, Е.В. Запарина; заявитель Харьковский филиал Центрального конструкторского бюро Главэнергоремонта; заявл. 02.04.1971; опубл. 11.11.1974). Недостатком является то, что в такой системе учитывается только изменение давления пара перед турбиной, что снижает точность корректировки, так как расход пара через парораспределительные органы зависит также от его удельного объема, а степень неравномерности также от изменения к.п.д. турбины и других параметров.

Известен также способ регулирования паровой турбины, при котором в электрической части корректируют коэффициент усиления усилителя главного сервомотора по сигналу разности между положением главного сервомотора и по нагрузке турбины для поддержания постоянства степени неравномерности (А.с. 315765 СССР. Способ регулирования паровой турбины/В.В. Благовещенский; заявитель Калужский турбинный завод; заявл. 17.12.1968; опубл. 01.10.1971). Недостатком является то, что в случае исключения одного или нескольких РК из работы, например из-за неисправности их приводных устройств, происходит нарушение связи "ход главного сервомотора - открытие регулирующих клапанов", т.е. возникают "мертвые зоны", когда перемещение главного сервомотора не приводит к изменению расхода пара на турбину. Данное обстоятельство сильно снижает качество коррекции или даже способно полностью свести ее эффект к нулю.

Цель изобретения - повышение качества и гибкости управления, а также эффективности и степени автоматизации турбины.

Указанная цель достигается за счет использования адаптивной цифровой системы регулирования турбины, состоящей из регулирующего органа (РО), привода РО, соединенного обратной связью с регулятором положения РО, и электрической части, включающей регулятор положения РО и элемент-формирователь общего управляющего воздействия системы автоматического регулирования (САР), выход которого подключен к входу регулятора положения РО через соответствующий задатчик расхода рабочего тела через РО и элемент-вычислитель, определяющий величину открытия РО по заложенным в САР расходным характеристикам РО и проточной части турбины.

На прилагаемой фигуре представлена схема предлагаемой адаптивной цифровой системы регулирования турбины на примере управления одним регулирующим органом (РО) турбины.

Адаптивная цифровая система регулирования турбины, представленная на фигуре, содержит электрическую часть 1 САР турбины, привод РО 6, датчик давления 7 и датчик температуры 8 рабочего тела

перед РО, датчик давления 9 и датчик расхода 10 рабочего тела за РО, датчик электрической мощности 11. В электрическую часть САР входят элемент-формирователь 2 общего управляющего воздействия САР, задатчик расхода рабочего тела 3 через конкретный РО, элемент-вычислитель 4 для вычисления величины открытия РО, регулятор положения РО 5.

Элемент-формирователь 2 общего управляющего воздействия САР, подключен к задатчику расхода рабочего тела 3, который подключен к элементу-вычислителю 4 для вычисления величины открытия РО. Элемент-вычислитель 4 подключен к регулятору положения РО 5. Регулятор положения РО 5 подключен к приводу РО 6.

Элемент-формирователь 2 формирует общее управляющее воздействие от регуляторов САР турбины и передает его в задатчик расхода рабочего тела 3, который формирует сигнал задания расхода через конкретный РО. Данный сигнал поступает в элемент-вычислитель 4, который вычисляет величину открытия РО по заложенным в него безразмерным расходным характеристикам РО и проточной части турбины. Сформированный сигнал величины открытия РО поступает в регулятор положения РО 5, который управляет приводом РО 6. В свою очередь привод РО 6 соединен с регулятором положения РО 5 обратной связью для точного позиционирования РО.

Дополнительно к элементу-вычислителю 4 могут быть подключены сигналы с датчика давления 7 и датчика температуры 8 рабочего тела перед РО, а также датчика давления 9 за РО для возможности корректировки величины открытия РО в зависимости от фактических параметров рабочего тела перед и за РО. К задатчику расхода рабочего тела 3 может быть подключен датчик расхода 10 рабочего тела за РО для возможности корректировки величины открытия РО в зависимости от фактического расхода рабочего тела через РО. К элементу-формирователю 2 может быть подключен датчик электрической мощности 11 для возможности корректировки величины открытия РО с целью поддержания неизменной величины степени неравномерности.

Техническим результатом заявленного изобретения является устранение недостатков известных решений, а именно повышение качества переходных процессов регулирования, повышение качества участия турбины в первичном регулировании частоты сети, сохранение неизменной степени неравномерности в случае исключения одного или нескольких регулирующих органов из работы для систем регулирования турбин, содержащих более одного регулирующего органа, упрощение проведения пусконаладочных работ САР и ее обслуживание. Заявленная адаптивная цифровая система регулирования турбины дает возможность простого оперирования САР напрямую величинами расходов пара через регулирующий орган от общего управляющего воздействия, а также создает возможность управлять индивидуально и независимо расходами пара через регулирующий орган для реализации сложных алгоритмов управления, способных повысить эффективность и маневренность турбины.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Адаптивная цифровая система регулирования турбины, характеризующаяся наличием регулирующего органа (РО), привода РО (6), соединенного обратной связью с регулятором положения РО (5), и электрической части (1), включающей регулятор положения РО (5) и элемент-формирователь (2) общего управляющего воздействия системы автоматического регулирования (САР), выход которого подключен к входу регулятора положения РО (5) через соответствующий задатчик расхода рабочего тела (3) через РО и элемент-вычислитель (4), определяющий величину открытия РО по заложенным в САР расходным характеристикам РО и проточной части турбины.

2. Адаптивная цифровая система регулирования турбины по п.1, отличающаяся тем, что к элементу-вычислителю (4) САР могут быть подключены сигналы от датчика давления (7) и датчика температуры (8) рабочего тела перед РО для возможности корректировки величины открытия РО в зависимости от фактических параметров рабочего тела.

3. Адаптивная цифровая система регулирования турбины по п.1, отличающаяся тем, что к элементу-вычислителю (4) САР может быть подключен сигнал от датчика давления (9) рабочего тела за РО для возможности корректировки величины открытия РО в зависимости от фактических параметров рабочего тела.

4. Адаптивная цифровая система регулирования турбины по п.1, отличающаяся тем, что к электрической части (1) САР может быть подключен сигнал от датчика расхода (10) рабочего тела за РО для возможности корректировки величины открытия РО в зависимости от фактического расхода рабочего тела через РО.

5. Адаптивная цифровая система регулирования турбины по п.1, отличающаяся тем, что к электрической части (1) САР может быть подключен сигнал от датчика электрической мощности (11) турбины для возможности корректировки величины открытия РО с целью поддержания неизменной величины степени неравномерности.

