

(19)



**Евразийское
патентное
ведомство**

(11) **043584**(13) **B1**(12) **ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ**

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.06.02

(51) Int. Cl. **G05B 13/02 (2006.01)**

(21) Номер заявки
202290509

(22) Дата подачи заявки
2022.03.04

(54) СПОСОБ УПРАВЛЕНИЯ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИМ КОМПЛЕКСОМ(31) **2021105757**(32) **2021.03.05**(33) **RU**(43) **2022.09.30**

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ
БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО
ОБРАЗОВАНИЯ
"НАЦИОНАЛЬНЫЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ**

**УНИВЕРСИТЕТ "МЭИ" (ФГБОУ ВО
"НИУ "МЭИ") (RU)**

(72) Изобретатель:

**Султанов Махсуд Мансурович,
Смирнов Алексей Алексеевич (RU)**

(74) Представитель:

Саленко А.М. (RU)

(56) **RU-C1-2604095****SU-A1-1128220****SU-A1-1084733****US-B2-10003290**

(57) Изобретение относится к автоматике и может быть использовано в системах управления силовыми энергетическими установками для обеспечения высокого качества регулирования и эксплуатационной надежности энергетического оборудования. Технический результат, заключающийся в создании способа управления энергетическим комплексом, обеспечении высокого качества регулирования процесса автоматического управления силовыми установками и эксплуатационной надежности энергетического оборудования, достигается за счет того, что формирование заданного значения выходного параметра силовой установки каждого канала регулирования осуществляется на основе сигнала прогнозируемой мощности силовой установки, поступающего от удаленного выделенного (облачного) сервера, кроме того, между задатчиком и удаленным выделенным (облачным) сервером идет периодический обмен данными (1 раз каждые 3 с), и по мере приближения к максимуму распределения мощности между агрегатами точность прогнозируемых значений активной мощности, отдаваемой в общую сеть, возрастает, причем сигнал прогнозируемой мощности силовой установки, поступающий от удаленного выделенного (облачного) сервера, определяют из условия оптимального распределения мощности между параллельно работающими силовыми установками методом характеристик относительных

приростов на основе зависимости $\frac{\delta B_1}{\delta N_{\Sigma 1}} = \frac{\delta B_2}{\delta N_{\Sigma 2}} = \dots = \frac{\delta B_n}{\delta N_{\Sigma n}}$, где $\frac{\delta B_1}{\delta N_{\Sigma 1}} = \frac{B_0 - B_1}{N_0 - N_1}$ - изменение расхода топлива на выработку электрической энергии при переходе из режима "0" в режим "1" работы силовой установки.

B1**043584****043584****B1**

Изобретение относится к области автоматики и может быть использовано в системах управления силовыми установками.

Известен способ управления параллельно работающими на общую нагрузку силовыми установками. Принцип его работы основан на контроле активной мощности на выходе генератора силовой установки и регулятора скорости вращения двигателя (Михайлов В.С. Судовая электроавтоматика. Л., "Судостроение", 1970, с. 380).

Недостатками данного способа являются независимость работы одной силовой установки от работы других параллельно работающих силовых установок и отсутствие какой-либо реакции системы на различные характеристики и динамических параметров силовых установок.

Наиболее близким техническим решением является способ управления энергетическим комплексом, раскрытый в авторском свидетельстве № 1128220, МПК G01B 11/00, опубл. 07.12.1984, используемый в системах автоматического управления для снижения энергоемкости технологического процесса и заключающийся в том, что формируют сигнал рассогласования между заданным и действительным значениями выходного параметра силовой установки энергетического комплекса, затем формируют сигнал управления силовой установкой, после чего управляют мощностью, отдаваемой в сеть соответствующей силовой установкой, через исполнительный орган, причем между режимами работы всех силовых установок устанавливается связь и равномерно распределяют нагрузку между силовыми установками методом характеристик относительных приростов.

К недостаткам данного изобретения относится пониженное качество регулирования и низкая эксплуатационная надежность работы оборудования.

Задача, решаемая заявляемым изобретением, состоит в повышении качества регулирования процесса управления силовыми установками.

Техническим результатом предложенного изобретения является повышение эксплуатационной надежности оборудования.

Это достигается тем, что способ управления энергетическим комплексом, содержащий систему управления, объединяющую n-каналов регулирования, каждый из которых содержит задатчик, сумматор, регулятор, исполнительный орган, измеритель активной мощности, в котором происходит формирование сигнала рассогласования между заданным и действительным значениями выходного параметра силовой установки, согласно изобретению, формирование заданного значения выходного параметра силовой установки осуществляется на основе сигнала прогнозируемой мощности силовых установок, поступающего от удаленного выделенного (облачного) сервера, причем между задатчиком и удаленным выделенным (облачным) сервером идет периодический обмен данными, и по мере приближения к максимуму распределения мощности между агрегатами точность прогнозируемых значений активной мощности, отдаваемой в общую сеть, возрастает, причем сигнал прогнозируемой мощности силовой установки, поступающий от удаленного выделенного (облачного) сервера определяют из условия оптимального распределения мощности между параллельно работающими силовыми установками методом характеристик относительных приростов топлива на основе зависимости

$$\frac{\delta B_1}{\delta N_{\Sigma 1}} = \frac{\delta B_2}{\delta N_{\Sigma 2}} = \dots = \frac{\delta B_n}{\delta N_{\Sigma n}}, \text{ где } \frac{\delta B_i}{\delta N_{\Sigma i}} = \frac{B_0 - B_1}{N_0 - N_1}$$
 - изменение расхода топлива на выработку электрической энергии при переходе из режима "0" в режим "1" работы силовой установки. Таким образом, в первую очередь загружаются те силовые установки, которые имеют наименьшие значения приростов топлива, а разгружаются, наоборот, те агрегаты, которые имеют наибольшие значения относительных приростов топлива. Минимальный расход топлива при работе энергетического комплекса достигается при равенстве относительных приростов топлива.

Сущность предлагаемого изобретения поясняется фигурой, на котором приведена схема, поясняющая заявляемый способ управления энергетическим комплексом.

Принципиальная схема, поясняющая заявляемый способ, содержит n-каналов регулирования, каждый из которых содержит задатчик 1, сумматор 2, регулятор мощности 3, исполнительный орган 4, измеритель активной мощности 5, при этом каналы регулирования, кроме первого, содержат сумматор 6, широтно-импульсный модулятор (ШИМ) 7, множительное устройство 8, инерционный фильтр 9, силовую установку 10, а первый канал содержит силовую установку 10 и удаленный выделенный (облачный) сервер 11.

Каждый n-канал регулирования состоит из последовательно соединённых задатчика 1, сумматора 2, регулятора мощности 3 и исполнительного органа 4, выход которого соединён с входом силовой установки 10. Первый выход силовой установки 10 соединен с общей сетью, а второй её выход соединен с сумматором 2, причем выход задатчика 1 каждого, кроме первого, канала регулирования соединен с последовательно соединёнными инерционным фильтром 9, множительным устройством 8 и ШИМ 7, выход которого соединен с входом задатчика 1, второй вход множительного устройства 8 соединен с выходом сумматора 6, первый вход которого соединен с выходом измерителя мощности 5, подключенного к первому выходу первой силовой установки, а второй вход сумматора 6 соединен с выходом измерителя активной мощности 5, подключённого к первому выходу соответствующей силовой установки 10. Кроме того, задатчик 1 первого канала регулирования соединен с удаленным выделенным (облачным) сервером

11.

Способ управления энергетическим комплексом осуществляется следующим образом.

В сумматоре 2 формируют сигнал рассогласования между заданным и действительным значениями выходного параметра силовой установки 10. Формирование заданного значения выходного параметра силовой установки 10 осуществляют на основе величины прогнозируемой мощности силовой установки 10, поступающего от удаленного выделенного (облачного) сервера 11, причем между задатчиком 1 и удаленным выделенным (облачным) сервером 11 идет периодический (1 раз каждые 3 с) обмен данными, и по мере приближения к максимуму распределения мощности между силовыми установками точность прогнозируемых значений активной мощности, отдаваемой в общую сеть, возрастает, причем сигнал прогнозируемой мощности силовой установки 10, поступающий от удаленного выделенного (облачного) сервера 11 определяют из условия оптимального распределения мощности методом характеристик относительных приростов между параллельно работающими силовыми установками 10 каналов регулирования. Сигнал рассогласования $\delta N_{э_n}$ определяется по уравнению: $\delta N_{э_n} = N_{э_n,зад} - N_{э_n,прог}$, где $N_{э_n,зад}$ - заданное значение мощности силовой установки, кВт; $N_{э_n,прог}$ - прогнозируемое значение мощности силовой установки. Сигнал рассогласования поступает на вход регулятора мощности 3, реализующего линейный закон управления. Сигнал управления с выхода регулятора мощности 3 через исполнительный орган 4 управляет мощностью, отдаваемой в сеть соответствующей силовой установкой 10. Входной сигнал задатчика 1 первого канала регулирования, принимаемого за базовый, служит входным сигналом всей системы, состоящей из n-каналов регулирования. Измерители активной мощности 5 формируют сигналы, пропорциональные активной мощности, отдаваемой соответствующей силовой установкой 10, в общую сеть. В сумматоре 6 формируется сигнал рассогласования между заданным и действительным значениями выходного параметра силовой установки 10. Выходной сигнал от множительного устройства 8 служит входным сигналом для ШИМ 7, который используется в схеме для управления мощностью силовой установки 10 методом пульсирующего включения и выключения потребителей энергии. Выходной сигнал от инерционного фильтра 9 служит входным сигналом для множительного устройства 8, обеспечивающего выполнение элементарных операций умножения и деления над меняющимися переменными параметрами. Кроме того, инерционный фильтр 9 обеспечивает подавление инерционного электрического сигнала на выходе задатчика 1.

Заявленное изобретение позволит повысить качество регулирования процесса автоматического управления силовыми установками и эксплуатационную надежность энергетического оборудования.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

Способ управления энергетическим комплексом, содержащим n-каналов регулирования, каждый из которых включает задатчик, сумматор, регулятор, исполнительный орган, измеритель активной мощности, силовую установку, причем первый канал снабжен удаленным выделенным облачным сервером, заключающийся в формировании сигнала рассогласования между заданным и действительным значениями выходного параметра силовой установки каждого канала регулирования, формировании сигнала управления силовой установкой, управлении отдаваемой в сеть мощностью силовой установки, равномерном распределении нагрузки между силовыми установками, отличающийся тем, что заданное значение выходного параметра силовой установки формируют на основе сигнала прогнозируемой мощности силовой установки, поступающего от удаленного выделенного облачного сервера, причем между задатчиком и удаленным выделенным облачным сервером производят периодический обмен данными 1 раз каждые 3 с, при этом сигнал прогнозируемой мощности силовой установки, поступающий от удаленного выделенного облачного сервера, определяют из условия оптимального распределения мощности между параллельно работающими силовыми установками методом характеристик относительных приростов на

основе зависимости $\frac{\delta B_1}{\delta N_{э_1}} = \frac{\delta B_2}{\delta N_{э_2}} = \dots = \frac{\delta B_n}{\delta N_{э_n}}$, где $\frac{\delta B_1}{\delta N_{э_1}} = \frac{B_0 - B_1}{N_0 - N_1}$ - изменение расхода топлива на выработку электрической энергии при переходе из режима "0" в режим "1" работы силовой установки.

