



Государственный комитет  
Совета Министров СССР  
по делам изобретений  
и открытий

# О П И С А Н И Е ИЗОБРЕТЕНИЯ

К АВТОРСКОМУ СВИДЕТЕЛЬСТВУ

Восстановлено  
актено-техническим  
бюро № 100  
(11) 604117

- (61) Дополнительное к авт. свид-ву —  
(22) Заявлено 26.04.76 (21) 2351185/07  
с присоединением заявки № —  
(23) Приоритет —  
(43) Опубликовано 25.04.78, Бюллетень №15  
(45) Дата опубликования описания 12.04.78.
- (51) М. Кл.<sup>2</sup>  
H 02 P 9/04  
G 05 F 1/66  
(53) УДК 621.316.728  
(088,8)

(72) Авторы  
изобретения

В. Л. Федоров и Н. И. Петунина

(71) Заявитель

Всесоюзный научно-исследовательский институт  
электроэнергетики

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТЬЮ ГИДРОЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ

1

2

Изобретение относится к области автоматического управления режимами энергосистем по активной мощности.

Известны устройства автоматического управления мощностью электростанций, в которых экономичное распределение нагрузки между агрегатами обеспечивается посредством включения в состав устройства функциональных преобразователей, где воспроизводятся агрегатные характеристики относительного прироста энергоносителя.

Одним из устройств такого типа является устройство [1]. Это устройство обеспечивает экономичное распределение нагрузки между параллельно работающими агрегатами, находящимися в режиме автоматического управления мощностью; но в связи с этим обладает недостатком — нелинейностью характеристик относительного прироста расхода энергоносителя, воспроизведенных в преобразователях-задатчиках, являющихся органами задания мощности агрегатам. Нелинейность указанных характеристик приводит к непостоянству коэффициента передачи устройства в течение переходного процесса, что весьма нежелательно для электростанций, участвующих в ограничении потоков мощности по слабым внутри и межсистемным связям.

Кроме того, в этом устройстве есть еще один источник непостоянства коэффициента передачи устройства в переходном процессе управления — зависимость этого коэффициента передачи от числа работающих агрегатов.

Последнего недостатка лишено устройство для управления активной мощностью ГЭС, описанное в [2]. Однако в этом устройстве также не исключается влияние нелинейности характеристик устройств экономичного распределения на коэффициент передачи устройства в целом. В связи с тем, что в этом устройстве агрегатам задается не мощность, а открытие направляющего аппарата, нелинейность зависимости мощности, развиваемой гидроагрегатом, от открытия направляющего аппарата (а для низконапорных ГЭС еще и неоднозначность этой зависимости) также существенно влияет на динамическую характеристику устройства. По этой же причине данное устройство не может обеспечить стабильное ограничение мощности ГЭС. Кроме того, в этом устройстве ограничение открытия направляющего аппарата агрегатов осуществляется без учета их индивидуальных особенностей.

Наиболее близким к предлагаемому изобретению является устройство для автоматического управления активной мощностью гидро-

электростанции, содержащее станционный ограничитель, сравнивающий сумматор, один из входов которого соединен с выходом станционного сумматора, а выход соединен с входом управляемого делителя, подключенного своим выходом на входы безынерционного усилителя и управляющего усилителя, датчик прироста, вход которого соединен с выходом управляющего усилителя, а в цепях задания мощности каждого агрегата — функциональные преобразователи и следящие системы управления активной мощности гидроагрегатов [3].

В этом устройстве к сравнивающему сумматору подведен сигнал, пропорциональный сумме задаваемых  $\Sigma P_d$  и сумме развиваемых агрегатами  $\Sigma P_i$  мощностей. Результирующий сигнал сравнения делится в управляемом делителе на число  $n$  гидроагрегатов, работающих в режиме группового управления мощностью, результирующий сигнал с выхода делителя поступает на входы усилителя и управляющего усилителя. Последний управляет датчиком, выходной сигнал которого складывается с выходным сигналом усилителя в сумматоре. Выходной сигнал сумматора поступает на входы функциональных преобразователей. Этот сигнал представляет собой относительный прирост расхода воды  $q$ , если в преобразователях воспроизведены характеристики относительных приростов расхода воды  $P_{d1} = f(q)$ . Сигналы, пропорциональные заданным мощностям  $P_{d1} \dots P_{dn}$ , поступают на входы агрегатных узлов, которые в этом устройстве представляют собой следящие системы управления мощностью по заданной величине. Сигналы, представляющие собой измеренные величины развиваемых мощностей  $P_{i1} \dots P_{in}$ , складываются в станционном сумматоре, откуда суммарный сигнал  $\Sigma P_i$  поступает на вход сравнивающего сумматора. Ограничение суммарной мощности в этом устройстве обеспечивается благодаря тому, что в станционном ограничителе суммарная мощность  $\Sigma P_i$  сравнивается с допустимыми границами суммарной мощности ГЭС и, если она выходит за эти границы, то на выходе станционного ограничителя появляется сигнал, действующий через усилители и на возращение мощности ГЭС в зону между упомянутыми границами. Индивидуальное ограничение мощности в этом устройстве может быть обеспечено выбором формы характеристик, воспроизведенных в преобразователях.

В этом устройстве устранена зависимость коэффициента передачи устройства от числа работающих гидроагрегатов, а также обеспечивается заданная точность ограничения суммарной мощности ГЭС независимо от формы и от изменения формы зависимости  $P_i = f(S_d)$  — мощности, развиваемой гидроагрегатом, от степени открытия направляющего аппарата.

Однако явление изменчивости коэффициента передачи устройства вследствие неустойчивости коэффициента передачи функциональных преобразователей в этом устройстве не устранена. В течение переходного процесса коэффициент передачи устройства зависит от неоп-

ределенного коэффициента передачи функциональных преобразователей, причем эта зависимость наиболее сильно выявляется в начальный период переходного процесса управления мощностью ГЭС, то есть тот период переходного процесса ограничения потоков мощности по слабым связям, когда особенно нужна стабильность динамических характеристик электростанций, участвующих в ограничении.

Целью изобретения является повышение надежности параллельной работы энергосистем со слабыми связями посредством исключения зависимости коэффициента передачи устройства автоматического управления активной мощностью ГЭС, участвующих в ограничении потоков мощности по слабым связям, от неопределенности коэффициента передачи функциональных преобразователей.

Поставленная цель достигнута в устройстве для автоматического управления активной мощностью гидроэлектростанции, содержащем станционный ограничитель, сравнивающий сумматор, один из входов которого соединен с выходом станционного сумматора, а выход соединен с входом управляемого делителя, подключенного своим выходом на входы безынерционного усилителя и управляющего усилителя, датчик прироста, вход которого соединен с выходом управляющего усилителя, а в цепях задания мощности каждого агрегата — функциональные преобразователи и следящие системы управления активной мощностью гидроагрегатов, в цепь задания мощности каждого агрегата введены последовательно соединенные агрегатные сумматор и ограничитель, при этом первый вход агрегатного сумматора подсоединен к выходу функционального преобразователя, вход которого соединен с выходом датчика прироста, второй вход агрегатного сумматора подключен к выходу безынерционного усилителя, а выходы функциональных преобразователей соединены дополнительно с входами станционного сумматора, причем к второму входу сравнивающего сумматора подсоединен выход станционного ограничителя, один из входов которого служит для подключения к органу задания суммарной мощности ГЭС.

На фиг. 1 представлена схема предлагаемого устройства; на фиг. 2 — характеристика функциональных преобразователей; на фиг. 3 — характеристика агрегатных ограничителей.

Устройство содержит сравнивающий сумматор 1, управляющий усилитель 2, датчик прироста 3, функциональный преобразователь 4, агрегатный узел 5, станционный сумматор 6, управляемый делитель 7, безынерционный усилитель 8, станционный ограничитель 9, агрегатный сумматор 10, агрегатный ограничитель 11.

В предлагаемом устройстве ограничение мощности гидроагрегатов осуществляется агрегатными ограничителями 11, каждый из которых включен в цепь задания мощности соответствующего гидроагрегата последовательно с агрегатным сумматором 10, в котором происходит суммирование сигнала, пропорционального величине задаваемой гидроагрегату мощности и приходящейся на долю одного гид-

роагрегата величине отклонения суммы мощностей, задаваемых гидроагрегатам по условиям невыгоднейшего распределения нагрузки, от мощности, заданной ГЭС в целом.

Ограничение суммарной мощности, развиваемой ГЭС, осуществляется стационарным ограничителем 9, которые в предлагаемом устройстве включен в цепь задания суммарной мощности ГЭС.

Входной сигнал устройства, пропорциональный сумме заданных ГЭС мощностей  $\Sigma P_{gi}$ , поступает на вход стационарного ограничителя 9, где сравнивается с сигналами, представляющими предельного значения суммарной мощности ГЭС  $P_{gmax}$ , и, если он находится внутри допустимой зоны, проходит без изменения на вход сравнивающего сумматора 1, куда также подводится сигнал, пропорциональный сумме мощностей, заданных гидроагрегатам (находящимся в режиме группового управления мощностью) по условиям экономического распределения нагрузки между ними. Сигнал, представляющий собой результат сравнения, поступает на вход управляемого делителя 7, сигнал с выхода которого подается на входы безынерционного усилителя 8 и управляющего усилителя 2. Последний управляет задатчиком прироста 3. Выходной сигнал задатчика, представляющий собой заданную величину относительного прироста расхода воды  $q$ , поступает на входы функциональных преобразователей 4, в которых происходит, согласно индивидуальным характеристикам относительного прироста гидроагрегатов  $P_{gi} = f(q_i)$ , преобразование относительного прироста  $q$  в задаваемые гидроагрегатам мощности  $P_{g1}, \dots, P_{gn}$ . Характеристика функциональных преобразователей воспроизводится с учетом ограничения мощности гидроагрегатов согласно фиг. 2.

Сигналы, пропорциональные величинам задаваемых мощностей, поступают на входы соответствующих агрегатных сумматоров 10, а на вторые входы каждого из этих сумматоров поступает выходной сигнал от безынерционного усилителя 8. Этот сигнал равен  $\frac{\Sigma P_{gi}}{n}$ , а

выходные сигналы сумматоров 10 равны

$$P_{g1} + \frac{\Sigma P_{gi} - \frac{\Sigma P_{gi}}{n}}{n-1}, \dots, P_{gn} + \frac{\Sigma P_{gi} - \frac{\Sigma P_{gi}}{n}}{n-1}, \dots$$

$$\dots, P_{gn} + \frac{\Sigma P_{gi} - \frac{\Sigma P_{gi}}{n}}{n-1}$$

Выходные сигналы агрегатных сумматоров 10 поступают в индивидуальные агрегатные ограничители 11, и, пройдя через них без изменений, если они лежат внутри допустимых границ  $(P_{gi})_{2max}, \dots, (P_{gi})_{2min}, \dots, (P_{gi})_{2max}$ , поступают на входы соответствующих агрегатных узлов 5 устройства. Характеристики агрегатных ограничителей выполняются согласно фиг. 3.

На вход стационарного сумматора 6 поступают, в соответствии со сказанным выше, выходные сигналы функциональных преобразователей 4, а сигнал с выхода стационарного сумматора 6 подается, как указывалось, на второй вход сравнивающего сумматора 1.

В предлагаемом устройстве в любой момент времени переходного процесса коэффициент передачи устройства в целом не зависит от коэффициента передачи функциональных преобразователей.

Изложенное показывает, что в устройстве с помощью простых технических средств полностью устранен недостаток, отмеченный выше у известных устройств.

В результате того, что в рассматриваемом устройстве главная обратная связь осуществляется не по сумме развиваемых гидроагрегатами мощностей  $\Sigma P$  а по сумме мощностей, задаваемых гидроагрегатам по условиям их экономической работы  $\Sigma P_{gi}$ , оно может также обеспечить высокие динамические показатели процесса автоматического управления на ГЭС любого типа, в том числе и самых низконапорных.

Предлагаемое устройство, независимо от структуры агрегатных узлов, типа АРС и типа ГЭС (включая самые низконапорные) имеет широкие перспективы применения на ГЭС, привлекаемых к ограничению потоков мощности по слабым связям.

#### Формула изобретения

Устройство для автоматического управления активной мощностью гидроэлектростанций, содержащее стационарный ограничитель, сравнивающий сумматор, один из входов которого соединен с выходом стационарного сумматора, а выход соединен с входом управляемого делителя, подключенного своим выходом на входы безынерционного усилителя и управляющего усилителя, задатчик прироста, вход которого соединен с выходом управляющего усилителя, а в цепях задания мощности каждого агрегата — функциональные преобразователи и следящие системы управления активной мощностью гидроагрегатов, отличающееся тем, что, с целью повышения надежности параллельной работы энергосистем, в цель задания мощности каждого агрегата введены последовательно соединенные агрегатные сумматор и ограничитель, при этом первый вход агрегатного сумматора подсоединен к выходу функционального преобразователя, вход которого соединен с выходом задатчика прироста, второй вход агрегатного сумматора подключен к выходу безынерционного усилителя, а выходы функциональных преобразователей соединены дополнительно с входами стационарного сумматора, причем к второму входу сравнивающего сумматора подключен выход стационарного ограничителя, один из входов которого служит для подсоединения к органу задания суммарной мощности ГЭС.

Источники информации, принятые во внимание при экспертизе:

1. Авторское свидетельство СССР № 133511, кл. Н 02 J 3/46, 1958.

2. Структура систем ГРАМ для гидроэлектростанций. Техническая информация ВНИИ-электромашиностроения, 1975.

3. Руденский М. Я., Семенов В. В., Степура Э. Ф. Электрический групповой регулятор скорости. Сб. Наладочные и экспериментальные работы ОРГРЖ. вып. 40, 1972.

