АДАПТАЦИЯ НАСТРОЕЧНЫХ ПАРАМЕТРОВ РЕГУЛЯТОРА УРОВНЯ ВОДЫ В ПАРОГЕНЕРАТОРЕ КОТЛОАГРЕГАТА

Фирсов И.С.
Научный руководитель: С.В. Ефимов, к.т.н., доцент
Томский политехнический университет, Энергетический институт
firsoviv@sibmail.com

Введение

Поддержание материального баланса в парогенераторе между отводом пара и подачей воды является главной целью регулирования питания котельных агрегатов, а уровень воды в барабане котла – параметр, который характеризует материальный баланс.

Надежность работы котельного агрегата во многом определяется качеством регулирования уровня. Снижение уровня ниже допустимых пределов может привести к нарушению циркуляции в экранных трубах, в результате чего произойдет повышение температуры стенок обогреваемых труб и их пережог. Значительное повышение уровня воды в барабане также может привести к аварийным последствиям, так как при повышенном уровне возможен заброс воды в пароперегреватель и турбину, что вызовет занос пароперегревателя солями и поломку турбины [1]. В связи с этим, к регулированию уровня предъявляются высокие требования.

Постановка задачи

Для парогенератора ВВЭР-1000 номинальный уровень равен 2450 мм от внутренней образующей корпуса. Колебание уровня в статических режимах работы не должно превышать значение ±50 мм [2] от номинального значения, а в динамике ±150 мм от номинального значения (с учетом нечувствительности регулятора).

Основными возмущающими воздействиями на уровень являются: расход пара, изменение расхода и температуры питательной воды. При возмущении системы расходом пара проявляется явление «набухания» уровня, влекущее дополнительное вскипание воды при котором сначала уровень воды в барабане повышается, а затем снижается в силу изменения расхода пара и неизменного расхода питательной воды [1]. Приведенные выше динамические свойства парогенератора являются неблагоприятными для поддержания материального баланса в парогенераторе.

Таким образом, для стабилизации уровня воды в парогенераторе ставится задача адаптации настроечных параметров регулятора воды с учетом изменения нагрузки.

Исследование и решение задачи

На практике трехимпульсная система автоматического регулирования (САР) уровня воды в барабане котла и ее модификации получили широкое распространение на ТЭС и АЭС [3]. Например, в [4] для трехимпульсной модели САР питания парогенератора, представленной на рис. 1, коэффициенты ПИ- регулятора K_{pi}=1 и T_{pi}=4 не обеспечивают требуемого качества поддержания уровня воды, а позволяют лишь подавлять скачкообразные возмущения расхода пара только до 18 кг/с без выхода уровня за допустимое значение 50 мм. В связи с данным фактом предлагается вычислить коэффициенты ПИ-регулятора, обеспечивающие требуемый уровень воды в парогенераторе при различных возмущениях расходом пара до 400 кг/с. Также было принято решение ввести в схему модели два демпфирующих устройства, как показано на рис. 2, для регулирования расходов пара и питательной воды.

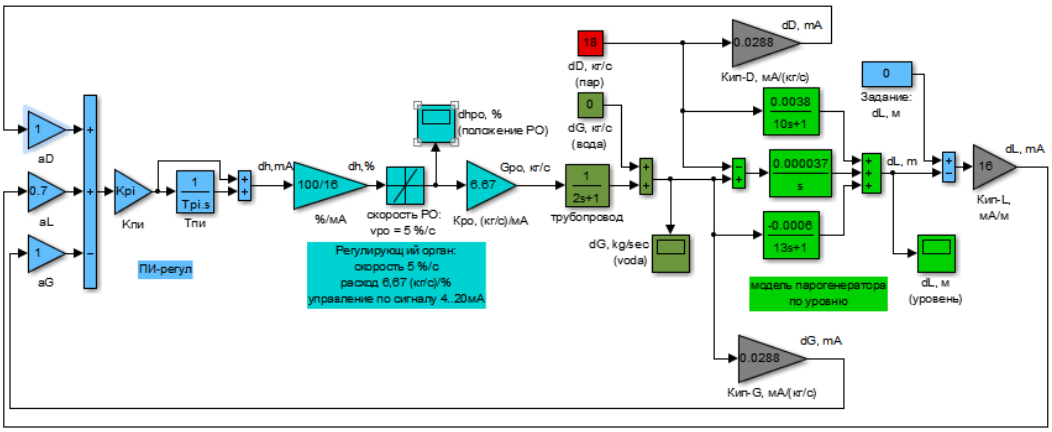


Рисунок 1 - Структурная схема модели трехимпульсной САР питания парогенератора

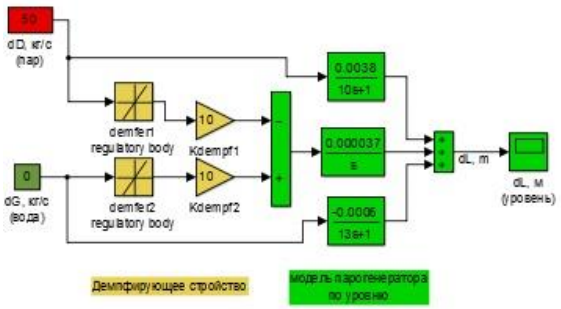


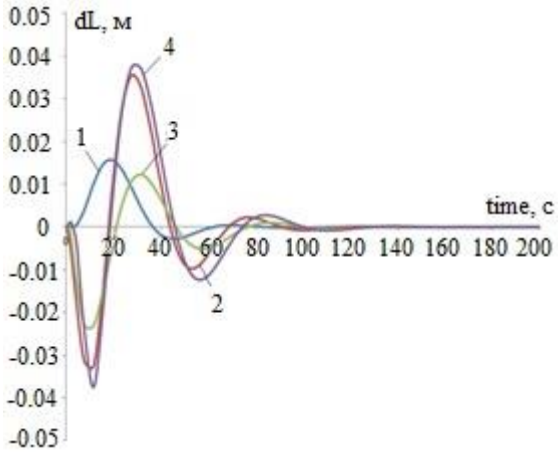
Рисунок 2 - Модель с демпфирующим устройством

Наличие модели позволило вычислить значения коэффициентов регуляторов K_{pi}, T_{pi}, K_{dempf1} и K_{dempf2} с учетом требований по уровню воды в парогенераторе. Полученные данные представлены в таблице 1.

Таблица 1: Значения коэффициентов регуляторов при различных расходах пара

	Расход пара, dD, кг/с			
	50	200	300	400
Значения коэффициентов регуляторов	K_{pi}= 0.1; T_{pi}= 0.8; K_{reg1}= K_{reg2}= 10	K_{pi}= 0.089 T_{pi}= 0.82 K_{reg1} = K_{reg2}= 10	K_{pi}= 0.089 T_{pi}= 0.948 K_{reg1} = K_{reg2}= 10	K_{pi}= 0.093 T_{pi}= 0.95 K_{reg1} = K_{reg2}= 10
Максимальное отклонение уровня от номинального значения dL, м	0.0158	0.0356	-0.023	0.0374

На рис. 3 представлены графики переходных процессов при различных возмущениях расходом пара. Согласно данным рис. 3 имеют место колебательные процессы со временем регулирования уровня, не превышающим 150 с. и максимальными отклонениями уровня не более 50 мм, что не превышает допустимые значения отклонений при расходах пара до 400 кг/с.



Рисунке 3 - Графики переходных процессов изменения уровня при подаче ступенчатого возмущения расходом пара :
1 – расход пара dD=50 кг/с; 2 – расход пара dD=200 кг/с; 3 – расход пара dD=300 кг/с; 4 – расход пара dD=400 кг/с

Заключение

В результате проведенного моделирования были получены настроечные параметры регулятора уровня воды с учетом изменения нагрузки расходом пара. Результаты показали, что трехимпульсная САР уровня воды в парогенераторе котлоагрегата обеспечивает необходимые требования, предъявляемые к уровню.

Список литературы

1. Клюев А.С., Товарнов А.Г. Наладка систем автоматического регулирования котлоагрегатов, М., «Энергия», 1970.

2. Методы классической и современной теории автоматического управления/ Под ред. Н.Д. Егунова, М., 2000

3. Плетнев Г.П. Автоматическое управление и защита теплоэнергетических установок электростанций, М.: Энергоатомиздат, 1986.

4. Поляков А.В. 3-х импульсная АСР уровня воды в парогенераторе с ПИ- регулятором и импульсами по расходам воды и пара. [Электронный ресурс]. – URL: http://matlab.exponenta.ru/simulink/ book3/15.php (Дата обращения 20.09.2015).