

Имитационное моделирование нейросетевой системы управления параметрами котла ТГМ-84Б

Вахидова З. Р., канд. техн. наук

ФГАОУ ВПО “Казанский (Приволжский) федеральный университет”

Мухутдинов А. Р., доктор техн. наук

Казанский национальный исследовательский технологический университет

Любимов П. Е., инж.

ФГБОУ ВПО “Казанский государственный энергетический университет”

С использованием современных информационных технологий созданы две имитационные модели контура управления давлением перегретого пара за пароперегревателем котла ТГМ-84Б на основе интеллектуального контроллера NARMA-L2 и ПИ-контроллера. Подтверждена высокая эффективность контроллера NARMA-L2.

Ключевые слова: энергетический котел, регулирование параметров, контроллеры, интеллектуальные системы управления.

В последние годы получило развитие научное направление, изучающее интеллектуальные системы управления [1 – 4]. Это такие системы, которые способны обучаться в отношении объекта управления, условий работы, возмущений внешней среды. В основе создания интеллектуальных систем управления лежат два принципа: ситуационное управление и использование современных информационных технологий обработки знаний. Этот механизм обработки знаний является главным отличием таких систем от использовавшихся ранее.

В настоящее время для создания данных интеллектуальных систем управления применяется ряд информационных технологий: нечеткая логика, экспертные системы, искусственные нейронные сети, генетические алгоритмы и др. В нашей работе использованы искусственные нейронные сети. Это вычислительные структуры, которые моделируют простые биологические процессы, обычно ассоциируемые с процессами в человеческом мозге. Они представляют собой распределенные и параллельные системы, способные к адаптивному обучению путем анализа положительных и отрицательных воздействий. Нейронные сети обладают широчайшими возможностями моделирования и управления эксплуатационными параметрами сложных систем [5].

Существующие системы автоматического регулирования технологических параметров теплоэнергетических объектов допускают возможность внедрения интеллектуального

управления без глобальной реконструкции. Этого можно достичь, заменив используемые сейчас контроллеры на контроллеры, работающие на основе искусственных нейронных сетей. Они обучаются по эмпирическим данным, полученным за время работы объекта, а во время работы контроллеров происходит их постоянное дообучение. В связи с этим актуальным является создание современной системы управления на основе интеллектуальных контроллеров для повышения надежности и эффективности работы теплоэнергетических объектов.

Разработанная схема интеллектуального управления параметрами энергетического оборудования [4] применена для газового котла ТГМ-84Б (рис. 1). Один из контуров системы управления котлом был виртуально смоделирован инструментом Simulink пакета Matlab. Обработаны реальные данные параметров работы котла ТГМ-84Б Казанской ТЭЦ-1. Входные данные: давление газа до регулирующего клапана, расход газа на котел, расход конденсата на первый — третий впрыски, температура пара до и после впрыска в каждой ступени пароперегревателя. В качестве объекта регулирования выбрано давление перегретого пара $P_{п}$. Эти данные представляют собой базу знаний, поскольку получены в результате обработки большого количества эксплуатационных параметров работы котла ТГМ-84Б. С помощью этой базы знаний по методике [6] была создана нейросетевая модель, которая введена в контроллер NARMA-L2, работающий на основе ИНС. Он обучен сравнению

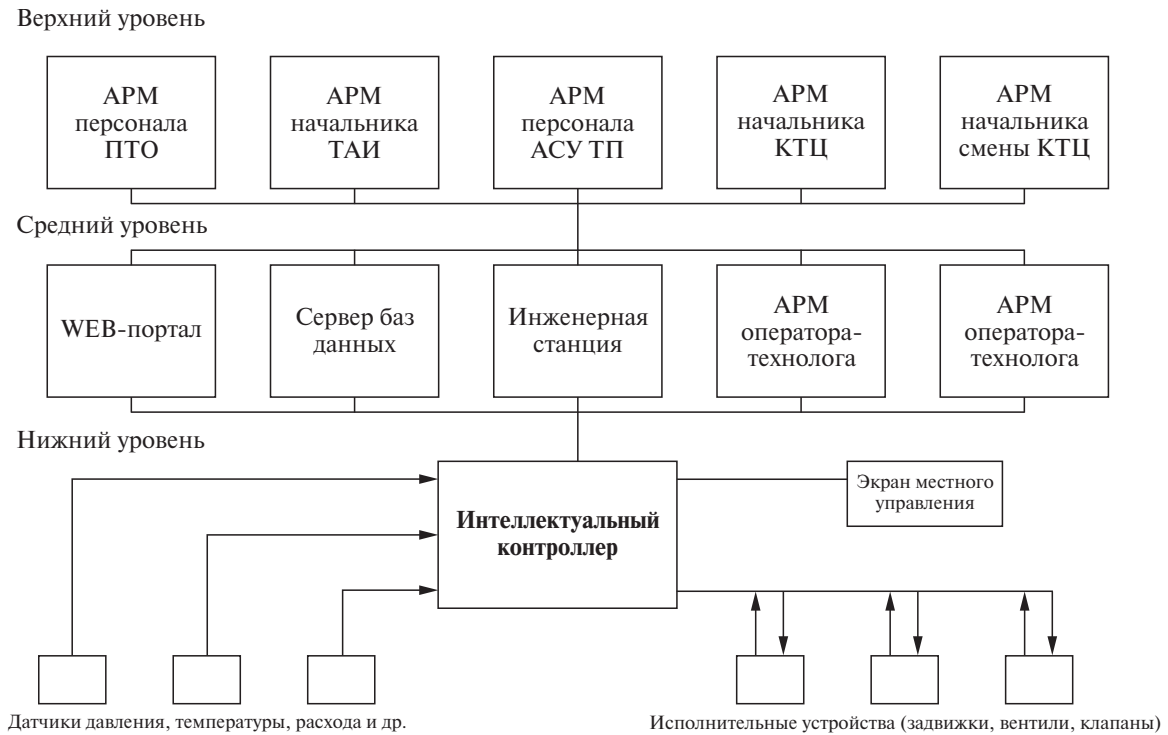


Рис. 1. Схема интеллектуального управления параметрами котла ТГМ-84Б

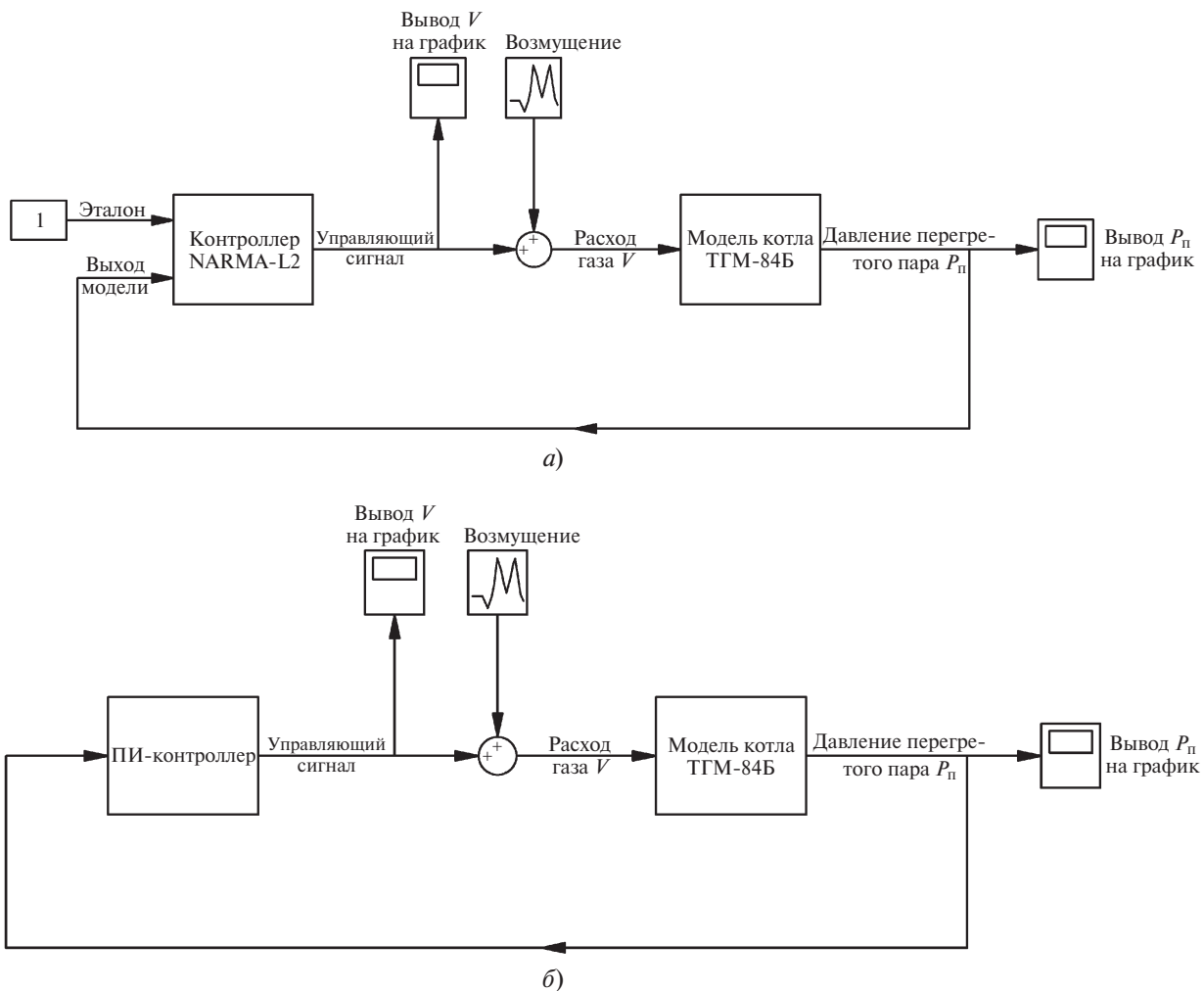


Рис. 2. Схема имитационной модели контура управления котлом ТГМ-84Б с контроллером NARMA-L2 (а) и с ПИ-контроллером (б)

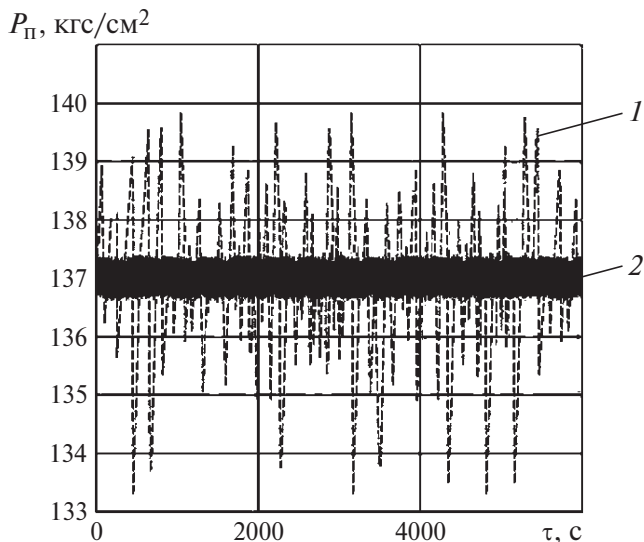


Рис. 3. Графики изменения давления перегретого пара при использовании ПИ-контроллера (кривая 1) и контроллера NARMA-L2 (кривая 2)

поступающих с цифровой шины входных сигналов (эксплуатационных характеристик рабочего режима) с эксплуатационными характеристиками эталонных режимов работы котла ТГМ-84Б и формированию поправочных сигналов для приближения рабочих эксплуатационных характеристик к эталонным. Полученный контур управления давлением перегретого пара представлен на рис. 2, а. Для сравнения был создан точно такой же контур, но вместо интеллектуального контроллера в нем использовался ПИ-контроллер (см. рис. 2, б).

Давление перегретого пара в контурах регулировали с помощью изменения расхода газа на котел. В обоих случаях необходимо было удерживать давление перегретого пара на уровне 137 кгс/см^2 . Сравнение моделей

показало, что при регулировании ПИ-контроллером давление перегретого пара изменялось от 133 до 140 кгс/см^2 , а при регулировании контроллером на основе ИНС — от $136,6$ до $137,4 \text{ кгс/см}^2$ (рис. 3). Отклонения от заданного значения составляли соответственно ± 5 и $\pm 1 \%$. Это свидетельствует о более высокой эффективности контроллера на основе ИНС.

Представленная имитационная модель с контроллером NARMA-L2 демонстрирует только один из контуров системы управления, но можно утверждать, что и вся система в целом при переходе на интеллектуальные контроллеры будет более эффективной.

Список литературы

1. Мухутдинов А. Р. Нейросетевое прогнозирование и управление эксплуатационными параметрами процесса горения топлива на тепловых электрических станциях. — Изв. вузов. Проблемы энергетики, 2006, № 7 — 8.
2. Мухутдинов А. Р., Марченко Г. Н., Вахидова З. Р. Нейросетевое моделирование и оптимизация сложных процессов и наукоемкого теплоэнергетического оборудования. — Казань: Казан. гос. энергетич. ун-т, 2011.
3. Мухутдинов А. Р., Вахидова З. Р., Любимов П. Е. Повышение эффективности работы котла ТП-230 за счет нейросетевых технологий. — Вестник Казан. технологич. ун-та. Т. 14, 2011, № 21.
4. Мухутдинов А. Р., Любимов П. Е. Применение нейросетевых технологий в системе управления для повышения эффективности работы котла ТП-230. — Энергетика Татарстана, 2011, № 3.
5. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс / Пер. с англ. — М.: Вильямс, 2006.
6. Мухутдинов А. Р., Любимов П. Е. Применение нейросетевой модели для выявления особенностей и закономерностей процесса горения твердого топлива. — Теплоэнергетика, 2010, № 4.

MRZulphiya@rambler.ru