

ОТЗЫВ
официального оппонента, доктора технических наук, профессора
Рапопорта Эдгара Яковлевича

(Самарский государственный технический университет, г. Самара) на диссертационную работу Ляшенко А.Л. «Методы контроля технологических процессов в активной зоне атомных реакторов РМБК-1000», представленную на соискание ученой степени доктора технических наук по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий

Актуальность темы диссертации

Развитие непрерывных технологических процессов большой мощности со сложными комплексами энергетических и материальных потоков, характеризующихся временной и пространственной протяженностью, связано с необходимостью реализации новых методов и алгоритмов, которые позволяли бы повысить технико-экономическую эффективность промышленных установок, сократить время анализа и синтеза систем с распределенными параметрами. Вследствие этого тема исследования, связанная с разработкой методов анализа и синтеза систем управления температурными полями распределенных объектов является актуальной.

В настоящее время атомная станция характеризуется совокупностью различных видов оборудования, образующих сложную технологическую цепь, в которой постоянно протекают сложные процессы, связанные с преобразованием и передачей различных типов энергии. Изменения технологических параметров и характеристик оборудования оказывает влияние на параметры системы и показатели функционирования всей системы в целом. В процессе работы термодинамические характеристики системы могут меняться в физически возможных границах и технически допустимых пределах изменений параметров энергоносителей и технологических конструкций. Это вызывает необходимость принимать во внимание множество технических ограничений, являющихся необходимыми условиями нормальной работы системы.

В работе рассматривается энергетическая установка РМБК-1000 Ленинградской АЭС. Активную зону реактора АЭС автор рассматривает как объект с распределенными параметрами. Технологический процесс в реакторной установке требует обеспечения постоянного контроля температурных полей в активной зоне и поддержания экономайзерной зоны на заданном уровне. Поддержание тепловых полей на заданном уровне по всей протяженности технологического канала (ТК) активной зоны реактора в автоматическом режиме с учетом выгорания атомного топлива в каждом ТК позволит повысить качество и безопасность работы АЭС.

Применяя методы теории систем с распределенными параметрами можно существенно усовершенствовать контроль параметров, диагностику и управление объектом, так как повышается точность при прогнозировании поведения, моделировании и расчете характеристик рассматриваемой системы. Как следствие получаем повышение безопасности техногенного объекта и продление срока его службы.

ГУАП ОД	Документ зарегистрирован	
	« 07 »	июль 2014 г.
	Вх. № 71-193 //9	

Таким образом, задачи разработки новых методов и средств контроля, анализа и обработки информации о ходе технологического процесса и задача разработки новых методов синтеза регуляторов и расчета их настроек для управления сложными системами данного класса и объектами с распределенными параметрами в целом является актуальной.

В этой связи тема диссертационной работы Ляшенко А.Л., посвященной разработке методов синтеза распределенных систем управления температурными полями в активной зоне атомных реакторов, безусловно, является актуальной.

Научная новизна диссертационной работы заключается в следующем:

- в работе предложен новый метод частотного анализа активной зоны атомного реактора как объекта, характеризующегося пространственной распределённостью параметров;
- разработаны методики контроля температурных полей в активной зоне реактора;
- разработана методика неразрушающего контроля технологических параметров техногенного объекта;
- разработано алгоритмическое обеспечение обработки информационных сигналов, поступающих от средств контроля параметров технологического процесса;
- разработано программное обеспечение процессов обработки информативных сигналов и представление результатов в средствах контроля;
- разработаны методики синтеза адаптивной системы контроля и управления объектами, на примере атомного реактора.

Достоверность и обоснованность научных положений и результатов работы подтверждается корректным использованием апробированных методов исследования, адекватностью математических моделей, описывающих тепловые процессы в исследуемых объектах управления, обоснованной формализацией решаемых задач, подтверждением теоретических положений численным моделированием динамики синтезированных замкнутых систем управления температурными полями в активной зоне атомных реакторов.

Кроме того, достоверность подтверждается идентичностью результатов теоретических исследований, вычислительных экспериментов, компьютерного моделирования замкнутых систем контроля и управления температурой в активной зоне с результатами, полученными в информационно-управляющей системе «Скала-микро», работающей на объекте исследования.

Практическая ценность диссертационной работы

- разработанные методики позволяют осуществлять непрерывный мониторинг теплофизических параметров теплоносителя в технологических каналах реактора, производить контроль тепловых полей в активной зоне, а также осуществлять управление уровнем экономайзерной зоны;

- полученные результаты диссертационного исследования могут быть использованы при разработке запорно-регулируемых клапанов для контроля и регулирования расхода теплоносителя в реакторных установках канального типа, а также для разработки систем управления к ним;

- полученные результаты могут быть учтены при модернизации реакторных установок типа РМБК-1000;
- положения и результаты диссертационной работы внедрены в проектную и научную деятельность Научно - внедренческого центра Международного исследовательского института;
- созданный пакет прикладных программ позволяет реализовать методы и алгоритмы прогнозирования, оценки эффективности и надежности, а также производить синтез систем управления с распределенными параметрами рассматриваемого класса объектов.

Результаты диссертации направлены на развитие теории и практики моделирования и управления технологическими процессами в атомных реакторах канального типа.

Результаты диссертационной работы могут быть использованы при проведении модернизации систем регулирования расходов теплоносителя в технологических каналах реакторов РБМК, а также при проектировании запорно-регулирующих клапанов для регулирования расхода теплоносителя в реакторах канального типа.

Публикация результатов в научной печати

Результаты работы полно отражены в публикациях и широко апробированы. Материалы диссертационного исследования опубликованы в семидесяти пяти научных работах, в том числе в двадцати двух изданиях, включенных в перечень ведущих рецензируемых изданий, утвержденных ВАК, пяти учебных пособиях и одной монографии.

По теме диссертации получено 2 Патента на полезную модель, 8 Свидетельств о государственной регистрации программ для ЭВМ и Свидетельство о государственной регистрации баз данных.

Замечания по диссертационной работе

1. При моделировании температурных полей в различных блоках активной зоны реактора автор ограничивается использованием линейных уравнений теплопроводности без анализа влияния существующих нелинейностей и сравнения с известными методами построения подобных моделей. В то же время рекомендуемый автором переход к конечно-разностным моделям по существу распространяется и на описание нелинейных процессов теплопроводности.
2. Остаются неясными способы определения теплофизических постоянных и пространственно-временных характеристик мощности внутреннего тепловыделения в уравнениях модели исследуемого объекта.
3. Предлагаемые автором процедуры синтеза распределенных систем управления разработаны применительно к существенно упрощенным примерам моделей исследуемого объекта. Возможности распространения полученных результатов на описание температурных полей полной системой дифференциальных уравнений, полученной в главе 2 диссертации, недостаточно обоснованы.

4. Разработанные в диссертации системы управления предусматривают дискретный контроль температуры в активной зоне реактора. В работе не приводится описание способов построения на этой основе наблюдателей состояния объекта, которые позволяют использовать предлагаемые методы структурно-параметрического синтеза распределенных регуляторов, ориентированные на идеализированные схемы полного измерения пространственно-временного распределения температурного поля.
5. Синтез системы управления температурными полями в активной зоне канальных реакторов проведен без учета существующих в реальных объектах ограничений на управляющие воздействия.
6. Объем диссертации завышен. Глава 2 перегружена однотипными описаниями математических моделей различных ячеек технологических каналов. В работе многоократно дублируются описания модельных примеров объекта управления в исследуемых задачах анализа и синтеза распределенных систем управления.

Заключение

Отмеченные замечания не снижают в целом высокий уровень оппонируемой диссертационной работы. Содержание диссертационной работы соответствует поставленным целям и задачам. Диссертация представляет собой завершенное самостоятельное исследование, посвященное разработке методов синтеза распределенных систем управления параметрами активной зоны реакторов, а ее результаты и полученные лично автором выводы дают основания для ее положительной оценки.

Результаты исследований достаточно полно опубликованы в печати и обсуждены на различных научно-технических конференциях.

Содержание автореферата соответствует основным положениям диссертации.

На основании изложенного считаю, что в диссертационной работе Ляшенко Александра Леонидовича на тему «Методы контроля технологических процессов в активной зоне атомных реакторов РМБК-1000» решена крупная научная проблема в области разработки методов контроля технологических процессов с распределенными параметрами, имеющая важное хозяйственное значение. Работа соответствует требованиям ВАК РФ, предъявляемым к докторским диссертациям по специальности 05.11.13 – Приборы и методы контроля природной среды, веществ, материалов и изделий, а ее автор заслуживает присуждения ему ученой степени доктора технических наук

Официальный оппонент, д.т.н., профессор *Бондарь* Э.Я. Рапорт

Подпись профессора Э.Я. Рапорта *удостоверяю*
Ученый секретарь СамГТУ



Ю.А. Малиновская