

УДК 681.5:621.311

Қазақстан Республикасының
Білім және ғылым
министрлігі
Д. Серікбаев атындағы
ШҚМТУ

Министерство
образования и науки
Республики Казахстан
ВКГТУ им. Д. Серикбаева

На правах рукописи

ФИЛАТОВА ЕЛЕНА ВЛАДИМИРОВНА

**РАЗРАБОТКА ИННОВАЦИОННЫХ АЛГОРИТМОВ ДЛЯ
УПРАВЛЕНИЯ КОТЛОМ-УТИЛИЗАТОРОМ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО
АГРЕГАТА**

6N0702 – Автоматизация и управления

Автореферат по диссертации на соискание академической степени
магистра технических наук

Научный руководитель:
к.т.н., старший научный сотрудник,
доцент кафедры «Приборостроение и
автоматизация технологических
процессов»
ВКГТУ им. Д. Серикбаева
Шадрин Г.К.

Оскемен
Усть-Каменогорск
2010

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы

Второй закон термодинамики гласит, что вечный двигатель второго рода невозможен. Иными словами, нельзя создать такую периодически действующую машину, работа которой производилась бы лишь за счет охлаждения источника тепла без каких-либо изменений в других телах. Принципу работы тепловой машины подчиняется любой технологический процесс, поскольку в нем выполняется тот или иной вид работы и теряются различные формы энергии, включая тепловую. Однако часть тепловых потерь, технологических аппаратов может быть утилизирована как вторичные энергетические ресурсы (ВЭР).

Энергоемкость единицы валового внутреннего продукта в нашей стране существенно превысила достигнутый за рубежом уровень. По мере интеграции в мировую экономику и в связи с перспективой вступления Республики Казахстан в ВТО такое положение приводит к большей неконкурентоспособности нашей продукции на мировом рынке. Именно поэтому в настоящее время одной из важнейших задач народного хозяйства Республики Казахстан является повсеместное использование ВЭР.

Основным оборудованием для использования тепловых ВЭР являются котлы-утилизаторы (КУ). КУ значительно повышают КПД тепловых установок и обеспечивают эффективный отвод тепла с одновременным нагревом вторичного теплоносителя (как правило, воды). КУ широко используются в системах испарительного охлаждения на предприятиях черной и цветной металлургии (за отражательными, вельцевальными, плавильными, нагревательными печами, печами кипящего слоя, конвертерами, шлаковозгоночными установками, агломерационными машинами).

Практика проектирования и экономического обоснования эффективности утилизационных установок, их фактическая эксплуатация показывают, что они дают большой экономический эффект. Себестоимость «бестопливного» пара, вырабатываемого в КУ, в два раза ниже, чем пара аналогичных параметров от котлов заводских ТЭЦ. Эффективность капитальных вложений в производство энергии при использовании ВЭР в 2-3 раза выше, чем в топливно-энергетическом комплексе промышленности.

Комплексная автоматизация КУ, особенностью которых являются значительная инерционность объекта и сложность протекающих в нем процессов, необходима и полностью обоснована. Применение multifunctional программируемых средств построения систем автоматизации значительно упрощает этот процесс. Однако существует необходимость разработки такого алгоритма управления КУ, который бы обеспечивал высокую точность управления объектом, следовательно, его стабильную и экономичную работу.

Целью диссертационной работы служит повышение качества работы КУ за счет разработки инновационного алгоритма управления им.

Объектом исследования является алгоритмы управления инерционными объектами теплоэнергетической отрасли, а **предметом** исследования – котёл-утилизатор с барабаном-сепаратором печи вельцевания окиси цинка.

Методы исследования: для решения поставленных задач применялись основные положения и методы теории автоматического управления, математического моделирования объектов и систем, системного анализа, методы синтеза регуляторов в пространстве состояний.

Основные задачи работы:

- детальное изучение особенностей работы КУ в системе испарительного охлаждения;
- изучение существующего состояния автоматизации рассматриваемого объекта с выявлением недостатков и «слабых мест»;
- экспериментальное снятие характеристик с объекта для дальнейшей их обработки;
- обзор и сравнительный анализ существующих видов регуляторов и алгоритмов управления;
- разработка алгоритма управления объектом по выбранному каналу регулирования;
- разработка модели регулятора, его исследование и оценка.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- определены ключевые проблемы и нереализованные задачи автоматизации КУ;
- разработана модель двухимпульсного регулятора на основе компенсационного принципа управления;

На защиту выносятся следующие **положения:**

- результаты исследования КУ как объекта автоматизации с выявлением его особенностей;
- сравнительная характеристика и обоснование выбора алгоритма управления;
- условия и результаты проведения эксперимента по снятию характеристик с реального объекта;
- идея и принцип построения компенсационного регулятора применительно к исследуемому объекту;
- расчет коэффициентов полученного регулятора с использованием экспериментальных данных, моделирование в программной среде VisSim;

Практическая ценность исследования заключается в разработке специализированного алгоритма регулятора, который в результате может быть успешно реализован в программно-инструментальной среде автоматизированной системы управления на производстве. Полученный алгоритм позволяет скомпенсировать нежелательные помехи в системе, влияющие на основной канал управления «питательная вода - уровень», исключить влияние характерных термодинамических эффектов, тем самым

стабилизировать уровень воды в барабане-сепараторе КУ. Относительно постоянный уровень является залогом стабильной и бесперебойной работы КУ, системы испарительного охлаждения и печи вельцевания в целом. А также существенно сокращается износ регулирующей и запорной арматуры, в связи с исключением нежелательных, скомпенсированных переключений.

Связь темы с планами научных работ. Работа выполнялась на основании утвержденного решением Ученого Совета ФИТЭ тематического плана НИР факультета на 2009-2010 годы.

Основные результаты диссертационной работы обсуждались на X Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана» в г. Усть-Каменогорск в апреле 2010 года.

Публикации. По основным результатам исследований опубликовано 2 печатные работы:

1. Материалы X Республиканской научно-технической конференции студентов, магистрантов, аспирантов и молодых ученых «Творчество молодых – инновационному развитию Казахстана», Часть V, Усть-Каменогорск, 2010г. Раздел «Энергетика и энергоснабжение». УДК 681.5. Е.В.Филатова, Г.К.Шадрин, «Особенности автоматизации котла-утилизатора металлургического агрегата».

2. Ежемесячный научный журнал «Молодой ученый», №10(21), 2010г, г.Чита. Раздел «Технические науки». Е.В.Филатова, Г.К.Шадрин, «Математическая модель барабанного котла-утилизатора как объекта управления».

Структура и объем диссертации. Структура диссертационного исследования определена задачами и логикой исследования и состоит из введения, пяти глав, заключения, списка использованной литературы и приложений.

Объем диссертации составляет 80 листов авторского текста, общее количество рисунков – 30, таблиц – 5, приложений – 5, количество использованных источников – 20.

Ключевые слова: КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР, БАРАБАН-СЕПАРАТОР, СИСТЕМА ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ, ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ, КОМПЕНСАЦИОННЫЙ РЕГУЛЯТОР, УРОВЕНЬ, АЛГОРИТМ, ПОГРЕШНОСТЬ, РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ, КРИВАЯ РАЗГОНА.

Результаты диссертационного исследования имеют прикладной характер и могут быть использованы при настройке регуляторов котлов-утилизаторов любой отрасли промышленности.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении дается общая характеристика работы и обосновывается её актуальность.

В первой главе «Особенности котла-утилизатора как объекта автоматизации» обоснована актуальность и необходимость использования ВЭР, роль КУ в системе испарительного охлаждения. Рассмотрены общие конструктивные особенности, основные характеристики и принцип работы КУ. Подробно описан рассматриваемый в работе котел-утилизатор печи вельцевания, его параметры, характеристики каждого звена в системе испарительного охлаждения, режимы работы КУ. Предоставлена технологическая схема (см. рисунок 1), структурная схема существующей системы автоматизации с перечнем используемых средств автоматизации (см. рисунок 2). Рассмотрены и подробно описаны три уровня иерархии существующей АСУТП.

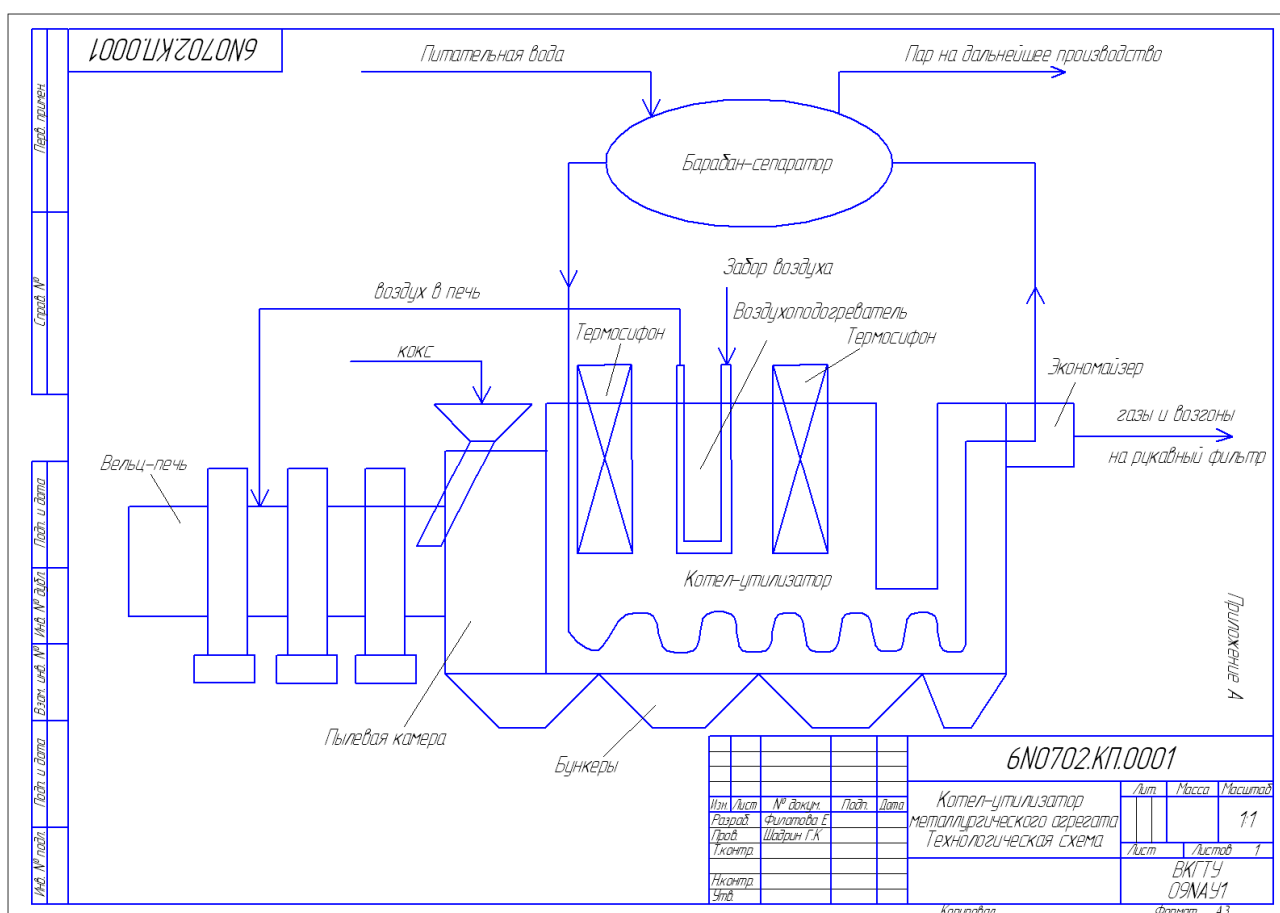


Рисунок 1 – Технологическая схема котла-утилизатора металлургического агрегата.

методом определены коэффициенты. Составлена окончательная система уравнения регулятора в пространстве состояний.

В пятой главе «Исследование системы регулирования» произведено моделирование системы в программной среде VisSim, исследование полученных результатов. Сделаны выводы о целесообразности использования компенсационного регулятора и достижении поставленной цели регулирования.

Резюме

Объем диссертации составляет 80 листов авторского текста, общее количество рисунков – 30, таблиц – 5, приложений – 2, количество использованных источников – 20.

Ключевые слова: КОТЕЛ-УТИЛИЗАТОР, БАРАБАН-СЕПАРАТОР, СИСТЕМА ИСПАРИТЕЛЬНОГО ОХЛАЖДЕНИЯ, ВТОРИЧНЫЕ ЭНЕРГОРЕСУРСЫ, КОМПЕНСАЦИОННЫЙ РЕГУЛЯТОР, УРОВЕНЬ, АЛГОРИТМ, ПОГРЕШНОСТЬ, РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ, ПЕРЕДАТОЧНАЯ ФУНКЦИЯ, КРИВАЯ РАЗГОНА.

Тема магистерской диссертации «Разработка инновационных алгоритмов для управления котлом-утилизатором металлургического агрегата».

Предмет исследования - котёл-утилизатор с барабаном-сепаратором печи вельцевания окиси цинка. Цель исследования - повышение качества работы котла-утилизатора за счет разработки инновационного алгоритма управления им.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

- детальное изучение особенностей работы КУ в системе испарительного охлаждения;
- изучение существующего состояния автоматизации рассматриваемого объекта с выявлением недостатков и «слабых мест»;
- экспериментальное снятие характеристик с объекта для дальнейшей их обработки;
- обзор и сравнительный анализ существующих видов регуляторов и алгоритмов управления;
- разработка алгоритма управления объектом по выбранному каналу регулирования;
- разработка модели регулятора, его исследование и оценка.

Научная новизна исследования заключается в следующем:

- определены ключевые проблемы и нерешенные задачи автоматизации КУ;
- разработана модель двухимпульсного регулятора на основе компенсационного принципа управления;

Результаты диссертационного исследования имеют прикладной характер и могут быть использованы при настройке регуляторов котлов-утилизаторов любой отрасли промышленности.

Summary

The dissertation volume makes 80 sheets of the author's text, total of drawings – 30, tables – 5, applications – 2, quantity of the used sources – 20.

Crucial words are: BOILER-UTILIZER, separating chamber, system of evaporation cooling, waste energy, compensating controller, level, algorithm, error, regression analysis, transfer function, ramp.

Theme dissertations is “Innovation logical design of control of metallurgical aggregate’s boiler- utilizer”.

Object of research - a boiler-utilizator with a furnace separating chamber of zinc oxides. A research objective - improvement of quality of work of a boiler - utiliaztor at the expense of working out of innovative algorithm of management of it.

For object in view achievement it is necessary to solve following problems:

- detailed research of features of work BU in evaporation system of evaporation cooling;
- studying of existing condition of automation of considered object with revealing of lacks and «weak places»;
- experimental removal of object’s characteristics for their further processing;
- the review and the comparative analysis of existing kinds of regulators and algorithms of control;
- working out of control algorithm by object on the chosen channel of regulation;
- working out of regulator’s model, its research and estimation.

Scientific novelty of research consists in:

- crucial problems and non-realized problems of automation of BU are defined;
- the model of two-pulse regulators on the basis of a compensatory principle of control is developed.

Results of dissertational research have applied character and can be used at the adjustment of regulators of boilers-utilizators of any industrial area.

Түйіндеме

Диссертация көлемі 80 бет мәтінінен тұрады, сүреттердің жалпы саны – 30, кестелер – 5, қосымшалар – 2, қолданылған ақпарат көздері – 20.

Түйінді сөздері: ҚАЗАН-ТАЗАРТҚЫШ, БУЛАНДЫРҒЫШ СУДЫ БАРАБАН, ЖҮЙЕ, ЕКІНШІ ЭНЕРГИЯ ҚОРЛАР, ТАРАТЫП ЖІБЕРУДІ ӨТЕМАҚЫ РЕТТЕУІШІ, ДЕҢГЕЙ, АЛГОРИТМ, ҚАТЕЛІК, РЕГРЕССИЯЛЫҚ ТАЛДАУ, БЕРІЛІС ФУНКЦИЯ, ЖЫЛДАНДЫРТҚЫШТЫҢ ҚИСЫҒЫ.

Магистрлік диссертация тақырыбы «Металлургиялық агрегаттың қазан-тазартқышын басқару үшін жаңартпа алгоритмдерін жасау».

Зерттеу пәні – мырыш тотығының вельцтауды барабанмен қазан-тазартқыш .

Зерттеу мақсаты – басқаруды өңдеу есебінен инновациялық алгоритмды қазан-тазартқышты жұмыстың сапасының жоғарылатуы .

Жоғарыда атап өтілген мақсатқа жету үшін келесі сұрақтарды шешу қажет:

- қазан-тазартқышты жұмыстың ерекшеліктерінің буландырғыш суды жүйесіндегі толық зерттеу;

- кемшіліктер және олпы-солпылықтарды анықталуы бар қаралатын объекттің автоматтандыруын қазіргі күйді зерттеу;

- ары қарай олардың өңдеуі үшін объекттен мінездемелерінің эксперименталді алуы;

- реттеуіштер және басқарудың алгоритмдарының қазіргі түрлерінің шолу және салыстырмалы талдауы;

- реттеуді таңдаулы канал бойынша объектті басқаруды алгоритмды өңдеу;

- реттеуіштің үлгісінің өңдеуі, оның зерттеуі және баға.

Зерттеудің ғылыми жаңалықтары бұлар:

- негізгі мәселелер және қазан-тазартқышты автоматтандырудың іске аспаған есептері анықталған;

- басқаруды өтемақы қағидасының негізінде екі - импульсты реттеуіштің үлгісі жасалған;

Диссертациялық зерттеу нәтижелері қолданбалы сипатқа ие, сондықтан бұл нәтижелер кез келген өнеркәсіп саласының қазан-тазартқыштарының реттеуіштерінің күйге келтіруінің жанында қолдана алады.