

Авторефер,
Д 64

ОДЕССКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ
им. М. В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

Аспирант ДОЛГОЗВЯГ В. А.

**Исследование динамики
и схем регулирования мощности
углекислотной энергетической
установки**

198 — автоматизация производственных процессов

**Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Одесса — 1968

На правах рукописи

Аспирант ДОЛГОЗВЯГ В. А.

Исследование динамики
и схем регулирования мощности
углекислотной энергетической
установки

198 — автоматизация производственных процессов

Автореферат
диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

ОНАХТ 26.07.11
Исследование динамик



v001466

Переучет 1987

С.В. 1466

V 001466



Одесса — 1968

Работа выполнена на кафедре автоматики и телемеханики Одесского технологического института им. М. В. Ломоносова.

Научные руководители:

доктор технических наук, профессор **Кринецкий И. И.**,
кандидат технических наук, доцент **Миронов И. С.**

Официальные оппоненты:

доктор технических наук, профессор **Чинаев П. И.**,
кандидат технических наук, ст. научн. сотр. **Таубман Е. И.**

Ведущая организация — Белорусский филиал энергетического института им. Г. М. Кржижановского, лаборатория «Автоматизация энергоустановок».

Автореферат разослан „27“ апрель 1968 г.

Защита диссертации состоится „31“ мая 1968 г.
на заседании Ученого совета Одесского технологического института им. В. М. Ломоносова.

Просим Ваши отзывы в двух экземплярах присылать по адресу: г. Одесса-39, ул. Свердлова, 112, Технологический институт им. М. В. Ломоносова.

Ученый секретарь Совета

Л. А. Запорожец.

Введение

Одним из направлений, обеспечивающих решение задачи резкого увеличения энерговооруженности нашей страны, является сооружение тепловых электростанций с установкой на них энергетических блоков большой единичной мощности.

Применение углекислого газа в качестве рабочего тела энергетических установок позволяет создать высокоэкономичные, компактные установки большой единичной мощности, свыше 1000 мвт (Дехтярев В. Л. «Электрические станции», № 5, 1962). Совмещая положительные термодинамические стороны пароводяной установки (низкая температура отвода тепла) и газотурбинной (высокая температура подвода тепла), углекислотный цикл обеспечивает высокий к. п. д. установки, превышающий к. п. д. существующих пароводяных (ПТУ) и газотурбинных установок (ГТУ).

Эскизные проработки, выполненные научно-исследовательскими и ведущими проектными организациями, а также машиностроительными заводами, подтверждают техническую возможность создания высокоэкономичного и компактного оборудования углекислотной энергетической установки (УКЭУ.)

В настоящее время проводится работа по созданию опытно-промышленной углекислотной энергетической установки мощностью 50 мвт (Гохштейн Д. П. и др. «Энергомашиностроение», № 11, 1964). В целях полной реализации термодинамических преимуществ УКЭУ необходима разработка рациональной схемы регулирования ее мощности.

В данной работе рассматриваются следующие основные задачи:

1. Исследование динамических свойств УКЭУ. Эта задача вызвана тем, что УКЭУ как динамическая система еще не исследована. Исследование позволит выявить основные особенности установки как объекта регулирования мощности.

2. Исследование динамики различных способов регулирования мощности УКЭУ и выбор наиболее рациональной по экономичности, надежности и качеству переходных процессов линейной системы автоматического регулирования (САР).

Исследование позволит наиболее объективно выбрать наилучшую САР.

3. Исследование квазиоптимальной системы управления мощностью УКЭУ с учетом изменения ее динамических свойств при работе на переменных режимах.

Данная задача возникла в связи с тем, что к регулированию частоты энергосистемы в настоящее время привлекаются мощные энергоблоки, которые имеют низкую приемистость и нестабильность динамических свойств при работе в широком диапазоне изменения нагрузок.

Исследования проводились аналитически и с использованием аналоговых вычислительных машин типа МПТ-9 и МН-7.

Диссертация состоит из четырех глав, заключения, приложений и библиографического списка.

Глава I

Исследование динамических свойств углекислотной энергетической установки мощностью 50 мвт

Углекислотная установка (рис. 1) отличается по своей тепловой схеме от известных паротурбинных и газотурбинных установок. Для исследования динамических свойств установки в работе приведено математическое описание, в котором отображены характерные ее особенности.

При колебаниях нагрузки и связанных с этим изменениях всех величин, протекание вещества и энергии не происходит беспрепятственно, а сопряжено с аккумуляцией энергии (вещества). Более подробное рассмотрение процессов в установке с целью выяснения протекания их во времени должно учитывать процессы аккумуляции.

Основными аккумуляторами энергии в УКЭУ являются:

1. Вращающиеся массы турбины высокого давления с насосом и компрессором и турбины низкого давления с электрическим генератором.

2. Объемы между: а) ТНД и компрессором;
б) компрессором и насосом;
в) насосом и ТВД;
г) ТВД и ТНД.

3. Металл регенераторов, конденсатора и углекислотного котла.

Для упрощения исследований при составлении дифференциальных уравнений емкости принимались сосредоточенными.

Аналитическое исследование и моделирование на аналоговых машинах динамики УКЭУ позволило выявить ее основные особенности:

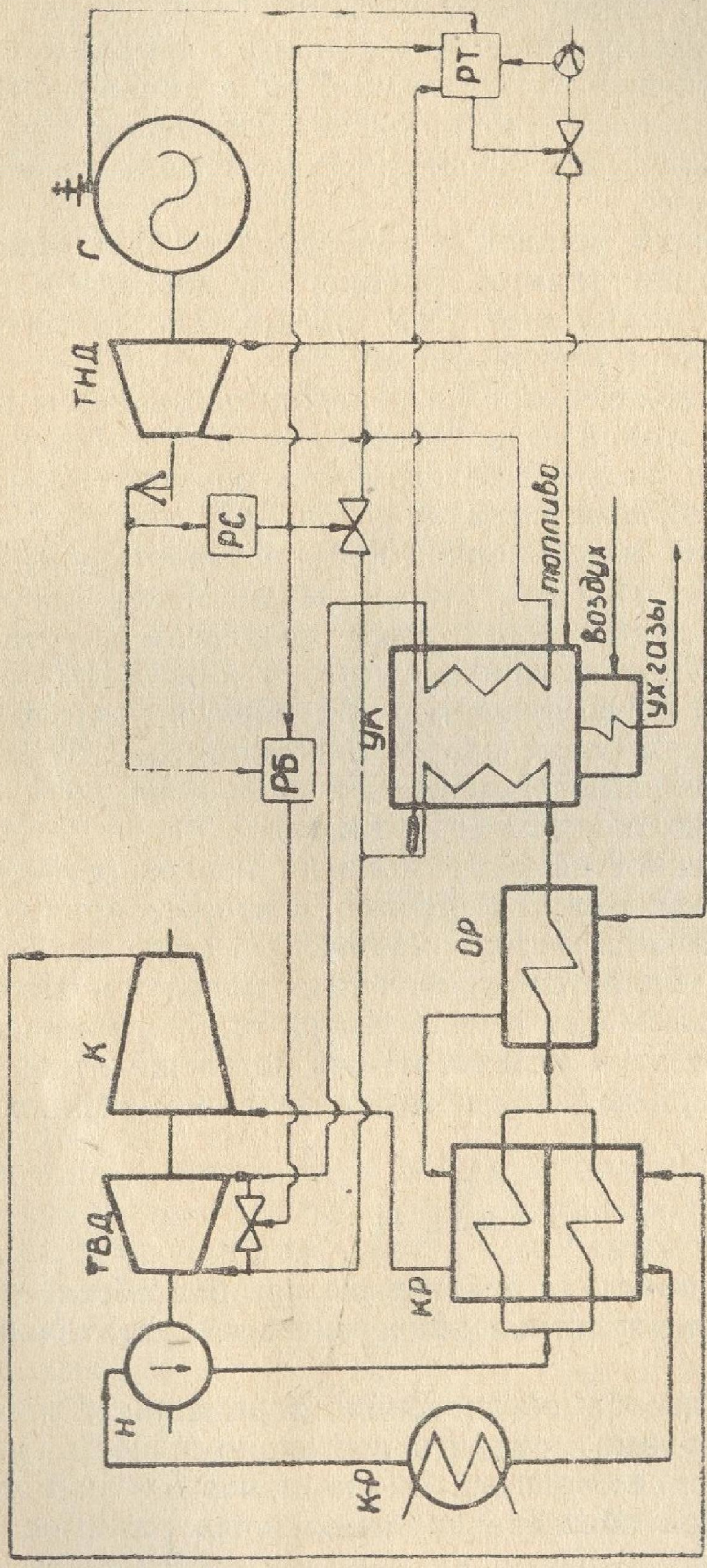


Рис. 1. Принципиальная схема и САР мощности УКЭУ-50.
 ТНД—турбина низкого давления; ТВД—турбина высокого давления; К—компрессор;
 Н—насос; Г—электрический генератор; УК—углекислотный котел; КР—комбинированный регенератор; РБ—регулятор
 байпаса ТВД; РС—регулятор скорости ТНД; РТ—регулятор тепловой нагрузки
 котла.

1. Углекислотная установка является замкнутой с двухфазной средой и этим она подобна ПТУ, но из-за больших расходов в ней нет существенных разделительных емкостей, поэтому изменения параметров рабочего тела в каком-либо участке заметно влияют на режимы работы всех ее элементов, что усложняет задачу регулирования.

2. Наличие компрессора в установке приближает ее к ГТУ, но по сравнению с открытыми ГТУ в данной установке аккумулируется значительно большее количество рабочего тела, что затрудняет регулирование, т. к. турбины в установке малоинерционные.

3. Из-за наличия жидкой и газообразной фаз динамические характеристики трактов высокого и низкого давлений по сравнению с замкнутыми ГТУ значительно отличаются, что также затрудняет регулирование.

4. Отрицательное влияние на переходные процессы в установке оказывает второй тракт котла, т. к. в нем аккумулируется значительное количество газа, что тормозит изменение мощности ТНД при изменении оборотов ТВД.

5. Ввиду малой инерционной ТВД незначительные колебания параметров рабочего тела на выходе котла могут привести к нежелательным переходным процессам в установке, особенно для ТНД, т. к. давления перед и за ТНД изменяются с различной инерционностью и в разных направлениях. Незначительные колебания оборотов компрессора будут приводить к существенным изменениям давления за ТНД и, следовательно, к колебаниям ее мощности.

6. Ввиду особенностей расположения поверхностей нагрева и разной металлоемкости первого и второго трактов котла их динамические свойства значительно отличаются. Первый тракт котла является значительно менее инерционным, чем второй, и это вызывает трудности при стабилизации температуры. В связи с этим углекислотный котел желательно выполнить двухкамерным с отдельным питанием топливом.

Глава II

Исследование динамики некоторых способов обеспечения режимов углекислотной энергетической установки

При выборе способа обеспечения переменных режимов установки необходимо оценить его экономичность, надежность и динамические свойства. Экономичность и надежность некоторых способов обеспечения переменных режимов работы УКЭУ были исследованы на кафедре инженерной теплофизики ОТИ им. М. В. Ломоносова. В настоящее время отсутствуют сведения по исследованию динамики этих способов

регулирования УКЭУ. В связи с этим в главе II дан краткий обзор существующих способов регулирования мощности ПТУ и ГТУ и приведено исследование динамических свойств различных способов регулирования мощности УКЭУ.

Характерными особенностями, которые обуславливают специфику решения вопроса переменного режима УКЭУ являются большие удельные расходы рабочего тела, малые теплоперепады и количество ступеней в турбинах, наличие жидкостного и газотурбинного сжатия в углекислотном цикле, а также включение в схему конденсатора после компрессора по тракту движения углекислоты.

Сопловое регулирование в установке не применимо, вследствие увеличения сопротивлений на входе в турбину, резкого увеличения перепада давлений на регулирующей ступени и снижения к. п. д. Кроме того, большие расходы углекислоты и большие перепады давлений потребуют создания сопловых коробок больших размеров.

Чисто количественное регулирование, как в замкнутых ГТУ, в УКЭУ применить невозможно из-за необходимости стабилизировать давление в конденсаторе при частичной нагрузке.

Способы обеспечения переменных режимов двухвальных открытых ГТУ могут быть применены в УКЭУ, но и они встречают некоторые ограничения, т. к. при этом с понижением нагрузки компрессор УКЭУ быстрее попадает в помпаж, чем компрессор открытых ГТУ.

Принципиальная особенность работы УКЭУ на переменных режимах состоит в том, что при изменении нагрузки изменяются начальное и конечное давления, причем в разных направлениях, а промежуточное (в конденсаторе) должно поддерживаться постоянным. В ПТУ постоянными являются начальное и конечное давления, в открытых ГТУ — конечное давление, а в замкнутых ГТУ — отношение давлений.

Способы обеспечения переменных режимов работы УКЭУ более соответствуют способам управления открытыми двухвальными ГТУ.

Снижение мощности в УКЭУ-50 можно осуществлять за счет уменьшения расхода рабочего тела в цикле путем изменения пропускной способности элементов установки. Пропускную способность вращающихся машин установки можно уменьшать, понижая число оборотов ТВД с компрессором и насосом на валу.

К числу принципиально возможных и технически осуществимых способов обеспечения переменных режимов работы УКЭУ-50 относятся способы, использующие:

- 1) понижение начальной температуры рабочего тела перед ТВД;
- 2) дросселирование рабочего тела перед ТНД;
- 3) дросселирование рабочего тела после ТВД;

- 4) дросселирование рабочего тела перед ТВД;
- 5) байпасирование рабочего тела мимо ТВД;
- 6) байпасирование рабочего тела мимо ТНД;
- 7) байпасирование рабочего тела с входа ТВД на выход ТНД (полный байпас).

Указанные способы регулирования мощности УКЭУ-50 исследовались на аналоговых машинах. Устойчивость САР была исследована частотными методами.

В результате исследований сделаны следующие выводы:

1. Регулирование установки изменением начальной температуры рабочего тела приводит к неудовлетворительным переходным процессам из-за инерционности углекислотного котла.

2. Дросселирование рабочего тела перед турбогенератором, которое применяется в ПТУ, приводит к колебательным переходным процессам.

3. Дросселирование рабочего тела перед или за ТВД приводит к более качественным переходным процессам, чем в перечисленных способах. Сравнение этих способов регулирования со способом дросселирования перед ТНД показывает, что второй контур котла оказывает отрицательное влияние на качество и устойчивость САР.

4. Качество переходного процесса в установке при байпасировании рабочего тела мимо ТВД является неудовлетворительным из-за запаздывания в канале регулирования, вызванного инерционностью второго тракта котла.

5. Байпасирование рабочего тела мимо ТНД также приводит к неудовлетворительным переходным процессам в установке из-за повышения оборотов ТВД и необходимости снижения начальной температуры в установке.

В результате исследований оказалось, что лучшие переходные процессы в САР мощности УКЭУ-50 обеспечиваются при дросселировании рабочего тела перед или за ТВД, а также при его байпасировании с входа ТВД на выход ТНД (при полном байпасировании).

Глава III

Исследование комбинированной системы автоматического регулирования мощности углекислотной установки

Приведенные в главе II исследования дают возможность обосновать наиболее рациональную структуру САР мощности УКЭУ-50. При выборе САР необходимо сравнение различных способов регулирования по экономичности, надежности и качеству переходных процессов в установке.

В связи с тем, что снижение начальной температуры на входе в компрессор на частичной нагрузке при регулировании мощности понижением начальной температуры приводит к уменьшению мощности компрессора, для обеспечения согласованной работы турбины, насоса и компрессора необходимо дополнительное снижение температуры перед ТВД. Это вызывает большое снижение к. п. д. установки на частичной нагрузке. Снижение мощности установки при таком регулировании сопровождается снижением оборотов ТВД и начального давления. Это приводит к уменьшению количества углекислоты по тракту высокого давления и повышению давления в конденсаторе, что отрицательно влияет на работу компрессора.

Из всех рассмотренных способов самым неэкономичным оказалось байпасирование ТНД. Это объясняется тем, что при этом способе, наряду с энергетической потерей от байпасирования, для предотвращения повышения оборотов ТВД необходимо снизить начальную и, следовательно, среднюю температуру подвода тепла.

Из способов регулирования с дросселированием самым экономичным является дросселирование перед ТНД, а из способов с байпасированием — байпасирование ТВД.

По устойчивости работы компрессора наиболее надежными являются способы регулирования байпасированием, т. к. при снижении мощности весовой расход через компрессор меняется незначительно. При остальных способах регулирования сказывается отмеченная выше особенность установки — резкое снижение объемных расходов на входе в компрессор с понижением числа оборотов, из-за чего его режим работы приближается к помпажу.

Из-за больших объемных расходов и повышенных требований к гидравлическим потерям по тракту применение дросселей вызовет значительные трудности. Кроме того, при дросселировании режим работы компрессора приближается к линии помпажа значительно быстрее, чем при его байпасировании, но динамические свойства системы в первом случае несколько лучше.

Регулирование дросселированием рабочего тела перед ТНД является экономичным и надежным, но обладает плохими динамическими характеристиками.

Из способов регулирования байпасированием экономичным и надежным является байпасирование ТВД, но по динамике он значительно уступает способу полного байпасирования турбин. При полном байпасировании турбин динамические характеристики САР близки к способам дросселирования перед и за ТВД.

Таким образом, проведенные исследования показали, что ни один из рассмотренных способов не является одновремен-

но экономичным, надежным для компрессора и лучшим по динамическим характеристикам.

Это является характерной особенностью УКЭУ как объекта регулирования, что требует применения специальных САР. Переходные процессы в установке при понижении нагрузки должны осуществляться одним способом, лучшим по динамике, а установившийся режим — другим, лучшим по экономичности и надежности работы компрессора.

Показано, что наиболее рациональной является комбинированная система регулирования, в которой переходные процессы при сбросе нагрузки обеспечиваются регулятором скорости ТНД. Регулятор получает сигналы по оборотам ТНД и ее производной и с помощью перемещения регулирующего органа полного байпаса понижает мощности ТВД и ТНД, тем самым устанавливая заданные обороты ТНД.

В установившемся режиме, когда мощность ТНД равна требуемой, регулятор байпаса ТВД, получая сигналы по положению полного байпаса и по оборотам ТНД и изменяя положение регулирующего органа байпаса ТВД, медленно увеличивает расход рабочего тела мимо ТВД, что приводит к закрытию полного байпаса.

Рекомендуемая система регулирования мощности УКЭУ-50 моделировалась на аналоговых машинах. Анализ переходных процессов в установке при 20-процентном сбросе нагрузки показал высокие динамические и статические характеристики рекомендуемой САР. Комбинированная САР исследовалась на отсутствие автоколебаний при учете нелинейности типа люфт. Исследование проводилось методом гармонической линеаризации.

В проведенных исследованиях переходных процессов в установке при 20-процентном сбросе нагрузки для упрощения задачи были приняты постоянными температуры на выходе первого и второго трактов углекислотного котла. Практически же при работе регуляторов скорости ТНД и байпаса ТВД температура рабочего тела в установке будет изменяться, что ставит задачу создания системы регулирования температуры.

В данной главе проведено исследование динамических свойств углекислотного однокамерного котла и способов стабилизации температуры рабочего тела. Исследования проводились частотными методами и с использованием аналоговых машин. Показано, что в однокамерном углекислотном котле нельзя осуществить независимое регулирование температур первого и второго трактов котла. В результате предлагается стабилизировать температуру рабочего тела на выходе первого тракта котла, т. к. она наиболее чувствительна к внешним и внутренним возмущениям.

Количество топлива, идущего в котел, предлагается регулировать по заданной мощности установки и по температуре на выходе первого тракта котла. Для улучшения переходных процессов следует также применить корректирующий сигнал по положению регулирующего органа полного байпаса.

Рекомендуемая САР мощности УКЭУ-50 моделировалась на аналоговых машинах. Приводятся результаты моделирования 20% набора и сброса нагрузки.

Углекислотный цикл с комбинированной регенерацией может быть реализован в тепловой схеме, которая является, по существу, одновальнoй, т. к. основные агрегаты — ТВД, ТНД, компрессор и электрический генератор — находятся на одном валу, а для привода насоса служит отдельная приводная турбина. Показано, что такое расположение основных агрегатов значительно отражается на динамических свойствах установки.

В работе приводится математическое описание одновальной УКЭУ. Проведено качественное сравнение динамических свойств одновальной и двухвальной УКЭУ. Показано, что одновальная УКЭУ имеет большее самовыравнивание, чем двухвальная.

Моделирование одновальной УКЭУ на аналоговых машинах показало, что при 20-процентном сбросе нагрузки обороты турбогенератора возрастают примерно на 6%, тогда как у двухвальной — на 10%. Следовательно, регулировать обороты одновальной УКЭУ будет значительно легче, чем двухвальной.

На аналоговых машинах исследовались дополнительно к указанным в главе II способам регулирования также способы, использующие:

- 1) изменение числа оборотов приводной турбины насоса;
- 2) перепуск части рабочего тела с выхода компрессора на выход ТВД (перепуск вверх).

Исследования показали, что в установившемся режиме при регулировании мощности одновальных УКЭУ следует переходить на регулирование перепуском рабочего тела с выхода компрессора на выход ТВД. Этот способ регулирования является более экономичным, чем байпасирование ТВД.

Характерной особенностью одновальных УКЭУ является большее, чем у двухвальных время переходного процесса и меньший начальный выброс оборотов турбогенератора. Это объясняется тем, что у одновальных УКЭУ нет существенного изменения оборотов компрессора, так как при сбросах нагрузки с турбогенератора он увеличивает момент сопротивления и уменьшает начальный выброс оборотов.

Исследование квазиоптимальной комбинированной системы регулирования мощности УКЭУ-50

Одной из проблем, возникающей при управлении энергоблоками, является проблема улучшения качества переходных процессов при сбросах и, особенно, наборах мощности.

Линейные САУ, которые применяются в настоящее время на электростанциях, не являются оптимальными по быстрдействию, т. к. не используют полностью мощностей управляющих воздействий.

В данной главе анализируется возможность осуществления квазиоптимальной системы управления мощностью УКЭУ с учетом изменения ее динамических свойств при переменных режимах работы.

Режим работы УКЭУ характеризуется положением изображающей точки (ИТ) в фазовом пространстве управляемых координат, а именно — параметров рабочего тела и оборотов турбин. При этом на управляющие воздействия наложены ограничения, т. е. количество перепускаемого рабочего тела мимо турбин и расход топлива в котел ограничены.

Требуется найти такие допустимые управления, чтобы за минимальное время перевести ИТ из любого начального положения в заданное, т. е. перевести установку из одного режима работы на другой.

Указанная задача может быть решена при помощи принципа максимума Понтрягина, метода динамического программирования Р. Беллмана или метода фазового пространства.

Для синтеза оптимальной системы необходимо получить уравнения гиперповерхностей переключения, являющихся семейством всех оптимальных траекторий в n -мерном фазовом пространстве управляемых координат. Следует заметить, что для случая $n > 3$ практически нельзя получить точное уравнение гиперповерхности переключения.

При проектировании автоматических систем можно разделить задачи стабилизации выходных координат и задачи управления при переводе координат в заданное значение. При этом задача оптимального управления упрощается, т. к. координаты затем удерживаются линейной системой стабилизации. В этом случае достаточно с помощью управления, близкого к оптимальному, вывести координаты объекта в зону захвата системы стабилизации, после чего управление может быть закончено и начата стабилизация.

В работе анализируются принципы построения квазиоптимальных САУ. Для УКЭУ рекомендуется, аппроксимируя каналы регулирования звеньями второго порядка, синтезиро-

вать структуру оптимальных регуляторов. В качестве системы стабилизации можно использовать комбинированную САР, описанную в III главе.

Исследуется фазовый портрет квазиоптимальной САУ, приводится ее структурная схема и результаты моделирования 20% сброса и набора мощности. Показано, что применение квазиоптимальной САУ позволяет сократить в два раза время переходного процесса по сравнению с линейной системой.

При исследовании реальных объектов на переменных режимах работы они описываются уравнениями с переменными коэффициентами. Показано, что при понижении нагрузки УКЭУ возрастают инерционности и запаздывания в каналах регулирования, что отрицательно влияет на качество и устойчивость САУ.

Это обстоятельство значительно усложняет синтез оптимальных систем и ограничивает их практическое использование. Существенное изменение свойств объекта является основной причиной, из-за которой оптимальные системы часто не могут быть практически осуществлены.

В работе исследуется влияние изменения свойств объекта и характера задающего воздействия на качественные показатели оптимальной системы управления. Результаты исследований представлены в виде графиков, которые получены с помощью моделирующих машин. Даются рекомендации для настройки оптимального по быстродействию регулятора при известном диапазоне изменения свойств объекта и характера задающего воздействия.

Оптимальное по быстродействию управление объектами с переменными параметрами требует самонастройки системы с целью изменения положения линии переключения на фазовой плоскости при указанных изменениях.

Для осуществления оптимального управления предлагаются алгоритмы самонастройки, имеющие определенные преимущества перед известными. Рассматривается алгоритм самонастройки, использующий одно поисковое воздействие на объект и отличающийся от известного высокой точностью и меньшим временем самонастройки.

Рассматривается также беспойсковый алгоритм самонастройки, для осуществления которого необходим скользящий режим. К достоинствам алгоритма относятся:

- 1) отсутствие специального поискового воздействия;
- 2) возможность самонастройки также при изменении параметров задающего воздействия.

Приводятся результаты моделирования самонастраивающейся беспойсковой системы управления. Исследуются ее эффективность и частотные свойства.

Анализируется УКЭУ как объект с переменными парамет-

рами. Приводятся графики зависимости постоянных времени звеньев от режима работы установки.

Показано, что для самонастройки оптимального регулятора тепловой нагрузки котла наиболее рационально применение разомкнутой самонастройки, использующей сигнал по нагрузке установки для соответствующего изменения настроек регулятора. В оптимальном регуляторе скорости турбогенератора возможно применение беспойскового алгоритма самонастройки.

Приводятся структурные схемы оптимальных самонастраивающихся регуляторов тепловой нагрузки котла и скорости турбогенератора. Квазиоптимальная самонастраивающаяся система управления мощностью УКЭУ моделировалась на аналоговых машинах. Проводятся результаты моделирования 20% сброса и набора нагрузки, из которых видна целесообразность применения в САУ элементов самонастройки.

Заключение

В результате исследований, проведенных в работе, сделаны следующие выводы и рекомендации.

1. В работе приведено математическое описание углекислотной энергетической установки. Полученная математическая модель УКЭУ позволила с помощью аналоговых машин выявить основные особенности установки как объекта регулирования мощности.

2. Исследования показали, что УКЭУ является сложным динамическим комплексом и требует специфических решений при ее автоматизации.

3. В результате исследования динамики различных способов регулирования мощности УКЭУ выявлены их основные особенности и определены наилучшие каналы регулирования.

4. Для качественного регулирования мощности УКЭУ необходимо применение комбинированной САУ, использующей в динамике и статике различные каналы регулирования.

5. В результате сравнения различных способов регулирования УКЭУ по экономичности, надежности и качеству переходного процесса предлагается комбинированная САУ, использующая в динамике способ регулирования полным байпасированием турбин, а в статике — для одновальных УКЭУ — перепуск вверх, а для двухвальных — байпасирование ТВД.

6. Предложена и исследована квазиоптимальная САУ мощностью УКЭУ, использующая нелинейную САУ при больших ошибках в системе и линейную комбинированную САУ при малых. Показано, что предлагаемая система позволяет значительно повысить быстродействие САУ мощностью УКЭУ.

7. Исследовано влияние изменения свойств объекта и характера задающего воздействия на качественные показатели оптимальной системы управления. Полученные результаты представлены в виде графиков, по которым определяются настройки регуляторов для получения заданных динамических показателей САУ.

8. Предложены и исследованы алгоритмы самонастройки оптимальных по быстродействию систем управления объектами с переменными параметрами.

9. Показано, что в оптимальных по быстродействию САУ возможно осуществление бесперебойного способа самонастройки.

10. Исследована углекислотная установка как объект с переменными параметрами. Предлагается и исследуется квазиоптимальная самонастраивающаяся САУ мощностью УКЭУ при широком диапазоне изменения ее нагрузок.

11. Полученные в работе результаты могут быть использованы при создании системы регулирования опытно-промышленной углекислотной энергетической установки мощностью 50 мвт.

По теме диссертации опубликованы следующие работы:

1. И. Б. Вендров, В. А. Денгисенко, В. А. Долгозвяг, И. С. Миронов, И. П. Никульча, П. Н. Платонов. Предварительные разработки системы автоматического управления углекислотной энергетической установки. Тезисы докладов XXVIII научной конференции ОТИ им. М. В. Ломоносова, секция автоматизации и приборостроения, Одесса, 1965.

2. И. Б. Вендров, В. А. Долгозвяг, И. С. Миронов, И. П. Никульча. Анализ методов исследования динамики теплообменных устройств. Тезисы докладов XXIII научной конференции ОТИ им. М. В. Ломоносова, секция автоматизации и приборостроения, Одесса, 1965.

3. В. А. Долгозвяг, И. С. Миронов. Самонастраивающиеся оптимальные по быстродействию системы стабилизации в случае объектов с переменными параметрами. Тезисы докладов Республиканской межвузовской научно-технической конференции по вопросам радиоэлектроники и автоматики. Секция автоматики и технической кибернетики, Львов, 1967.

4. В. А. Долгозвяг, И. С. Миронов. К вопросу об оптимальном по быстродействию управлении объектами с переменными параметрами. Н-т сборник «Автоматизация производственных процессов в машиностроении и приборостроении», № 6, 1968.

5. В. Л. Дехтярев, И. С. Миронов, В. А. Долго-

звят, А. И. Козорез. О динамике регулирования мощности углекислотной энергетической установки. Известия вузов МВССО СССР по разделу «Энергетика» (в печати).

По теме диссертации выполнены хоздоговорные работы:

1. Тема № 62/64 «Предварительная оценка динамических свойств основных элементов и углекислотной установки в целом как объекта автоматического управления», НИС, ОТИ им. М. В. Ломоносова, 1966.

2. Тема № 25/65. «Исследование динамики основных способов автоматического регулирования мощности углекислотной установки и рекомендации к разработке ее принципиальной схемы», НИС, ОТИ им. М. В. Ломоносова, 1966.

Основное содержание работы сообщалось в докладах:

1. На XXVIII и XXIX научных конференциях ОТИ им. М. В. Ломоносова (4 доклада, Одесса, март 1965 г., апрель 1967 г.).

2. На Украинской школе технической кибернетики (Одесса, сентябрь 1966 г.).

3. На заседаниях Одесского городского семинара по технической кибернетике и автоматическому управлению (декабрь 1966 г., апрель 1968 г.).

4. На Республиканской межвузовской научно-технической конференции по вопросам радиоэлектроники и автоматики (Львов, май 1967 г.).

5. На заседаниях кафедр «Автоматика и телемеханика», «Инженерная теплофизика» и «Механизация и автоматизация производств» ОТИ им. М. В. Ломоносова (декабрь 1967 г., март и апрель 1968 г.).

Подписано к печати 12.IV.68 г. Формат бумаги 60×90/16

1 печ. л. 0,9 уч.-изд. л. БР 05070. Заказ № 1716. Тираж 200.

Городская типография управления по печати Одесского облисполкома.
ц. № 3, ул. Чижикова, № 17.