

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
КОМИТЕТ ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО СПЕЦИАЛЬНОГО
ОБРАЗОВАНИЯ СОВЕТА МИНИСТРОВ ЛИТ. ССР
КАУНАССКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ

Я. Я. ОСИС

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СТАТИЧЕСКИХ И
ДИНАМИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ СИСТЕМ
АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

АВТОРЕФЕРАТ

Диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель
доктор технических наук,
профессор А. В. Башарин.

Каунас 1961

Экспериментальная часть работы выполнена в лаборатории электрификации промпредприятий им. проф. С. А. Ринкевича Ленинградского электротехнического института им. В. И. Ульянова (Ленина) и в лаборатории автоматизированного электропривода Рижского политехнического института.

193832

Центральная научная
БИБЛИОТЕКА
Академии наук Киргизской ССР

В настоящее время в промышленных электроприводах с широким диапазоном регулирования скорости вращения в основном применяются системы генератор-двигатель (Г—Д). Стремление улучшить показатели качества подобных систем нередко приводит к усложнению схем электропривода.

Целью реферируемой работы является исследование возможности создания простых и надежных схем системы автоматизированного электропривода, обладающих лучшими показателями статических и динамических режимов работы по сравнению с существующими.

РАЗДЕЛ ПЕРВЫЙ

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПОМОЩЬЮ ЖЕСТКОЙ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО НАПРЯЖЕНИЮ

1. ПРИМЕНЕНИЕ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ В СИСТЕМАХ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА

Постановка задачи.

В первой главе дается обзор литературы по применению жесткой положительной обратной связи в системах автоматизированного электропривода. Положительная обратная связь осуществляется в электромашинных усилителях с самовозбуждением (ЭМУС). Основное внимание в настоящее время уделяется двух- и трехступенчатым ЭМУС.

Как известно, стремление к повышению статической точности регулирования связано с увеличением общего коэффициента усиления системы, что влечет за собой ухудшение работы системы в динамических режимах. Для достижения устойчивой работы и нужного качества переходных процессов обычно применяют специальные стабилизирующие и корректирующие устройства. Однако, это приводит к усложнению схемы системы.

Актуальным поэтому является вопрос о возможности достижения высокой точности системы при сохранении других показателей работы системы неизменными. Заманчивым в

этом отношении является применение в системе автоматизированного электропривода положительной обратной связи по напряжению.

Первый раздел настоящей работы посвящается выявлению такого соотношения между параметрами системы автоматизированного электропривода, при котором применение положительной обратной связи с целью повышения статической точности регулирования не оказало бы существенного влияния на динамические режимы.

2. ИССЛЕДОВАНИЕ СТАТИЧЕСКИХ РЕЖИМОВ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

Во второй главе дается методика составления уравнений статических характеристик систем автоматизированного электропривода при наличии положительных обратных связей по напряжению.

Предложенная методика составления уравнений статических характеристик в отличие от известных позволяет учитывать такие существенные факторы как поперечную реакцию якоря, реакцию коммутационных токов, падение напряжения в якорных цепях и цепях обратных связей и э.д.с. остаточного магнетизма.

Линеаризованное уравнение статической характеристики системы возбудитель-генератор-двигатель (В—Г—Д) при охвате возбудителя жесткой положительной обратной связью по напряжению будет иметь вид

$$\Delta n = \frac{(1 - d_1)(1 - d_2) \varepsilon_1 k_1 k_2 k_g \Delta U_y \pm k_g k_2 E_{o1}}{1 - (1 - d_1) \varepsilon_1 k_{n1} + (1 - d_2)(1 - d_1) \varepsilon_1 k_1 k_2 k_t} + \frac{[1 - (1 - d_1) \varepsilon_1 k_{n1}][\pm k_g E_{o2} - k_g \Delta I R_o]}{1 - (1 - d_1) \varepsilon_1 k_{n1} + (1 - d_1)(1 - d_2) \varepsilon_1 k_1 k_2 k_t}, \quad (1)$$

где

- d_1 и d_2 — коэффициенты, учитывающие размагничивающее действие поперечной реакции якоря соответственно возбудителя и генератора;
- k_1 и k_2 — коэффициенты усиления по напряжению обмоток возбуждения;
- k_g — коэффициент передачи двигателя;
- k_t — коэффициент усиления тахогенератора;
- E_{o1} и E_{o2} — э.д.с. остаточного магнетизма;
- ε_1 — коэффициент, учитывающий падение напряжения в обмотке положительной обратной связи и в обмотке якоря возбудителя;

- k_{n1} — коэффициент усиления по напряжению обмотки положительной обратной связи;
- R_o — суммарное сопротивление якоря.

Используя изложенную методику, можно составить общее уравнение статической характеристики системы, состоящей из n последовательно включенных звеньев (генераторов), с положительной обратной связью у m -го звена. В сокращенном виде оно будет

$$\Delta n = n_o \pm \{ \delta n_{o1} + \delta n_{o2} + \dots + \delta n_{om} + (1 - k_{nm})[\delta n_{o(m+1)} + \dots + \delta n_{on}] \} - \Delta n_I (1 - k_{nm}), \quad (2)$$

где

- n_o — скорость идеального холостого хода,
- δn_o — изменение скорости вращения, обусловленное э.д.с. остаточного магнетизма (зона нечувствительности),
- Δn_I — перепад скорости, вызванный током якоря.

Если коэффициент усиления положительной обратной связи $k_{nm} = 1$, то в выражении (2) члены, обусловленные звеньями системы, следующими за звеном с положительной обратной связью, отсутствуют. Таким образом, с точки зрения достижения большей точности регулирования и меньшей зоны нечувствительности положительной обратной связью следует охватывать звенья, расположенные ближе к началу системы. Проведенные исследования показали, что при общем коэффициенте усиления $K \geq 5$ понижение точности, вызванное звеньями, предшествующими звену с положительной обратной связью, ничтожно. Следовательно, независимо от места приложения жесткая положительная обратная связь по напряжению будет всегда улучшать точность регулирования.

Из факторов, влияющих на статические режимы системы, самое неблагоприятное действие оказывает э.д.с. остаточного магнетизма. В работе предлагается эффективный и простой способ размагничивания машин постоянного тока с помощью специальной обмотки, питаемой переменным током промышленной частоты.

Большой практический интерес имеет применение предложенной методики для составления уравнений статических характеристик систем с многоступенчатыми электромашинными усилителями с самовозбуждением. Рассмотрены примеры с двух- и трехступенчатыми ЭМУС. Так как последние могут

быть рассмотрены как последовательное включение соответствующего числа одноступенчатых машин, то оказалось, что предложенная методика может быть успешно применена к ним.

С точки зрения получения наибольшего коэффициента усиления по мощности положительную обратную связь желательно иметь в конце системы.

3. ДИНАМИКА СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗЬЮ

В третьей главе при изучении динамики систем показано, что наилучшим образом свойства положительных обратных связей (П.О.С.) могут быть раскрыты частотными методами. Используя метод логарифмических частотных характеристик для исследования влияния жесткой положительной обратной связи на динамические показатели качества системы, установлено следующее:

1) Устойчивость системы и показатели переходного процесса практически не меняются, если П.О.С. охватывает звено с постоянной времени

$$T \geq \frac{5}{\omega_c}, \quad (3)$$

где ω_c — частота среза логарифмической амплитудной характеристики.

2) Положительная обратная связь практически не влияет на динамические показатели, если имеет место неравенство

$$\frac{T}{1-k_n} \leq \frac{0,2}{\omega_c}. \quad (4)$$

В первом случае возможна глубокая жесткая П.О.С. по напряжению у звена с относительно большой постоянной времени, а во втором случае — неглубокая П.О.С. у звена с малой постоянной времени.

При исследовании влияния положительной обратной связи можно пользоваться и кривой Д-разбиения. Предлагается наглядный способ изображения П.О.С. в виде кривой на плоскости параметров K и T , т. е. в плоскости общего коэффициента усиления и постоянной времени звена, охваченного обратной связью. О влиянии П.О.С. на устойчивость и качество переходного процесса системы можно судить по взаимному расположению кривой обратной связи и границы устойчивости.

Глубокой положительной обратной связью можно охватывать и два апериодических звена, если постоянная времени одного из них соответствует условию (3), причем при определенных условиях это может даже улучшить динамические показатели системы, так как в этом случае происходит раздвигание постоянных времени.

4. ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ПРОВЕРКА ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ПОЛОЖЕНИЙ

Для подтверждения вышеизложенных теоретических положений в лаборатории электрификации промпредприятий ЛЭТИ были проведены соответствующие эксперименты. В четвертой главе описывается экспериментальная установка, методика проведения эксперимента и полученные результаты.

Экспериментальная система автоматизированного электропривода была выполнена по схеме В-Г-Д. В качестве возбудителя был использован ЭМУ, а генератор был перестроен в одноступенчатый ЭМУС и снабжен специальной размагничивающей обмоткой.

Сравнение расчетных и экспериментальных статических характеристик показало, что расхождение не превышает 4%.

Применяя предложенный способ размагничивания генератора, зону нечувствительности удалось снизить в 1,5 раза, при этом через размагничивающую обмотку пропускаться переменный ток 15 а частотой 50 гц. Петля гистерезиса холостого хода (ХХХ) генератора сузилась более чем в два раза. Проведенные опыты показали, что дальнейшее весьма эффективное уменьшение зоны нечувствительности возможно, если принимать также меры по размагничиванию ЭМУ-возбудителя. С помощью размагничивающей обмотки петля гистерезиса ХХХ ЭМУ-25-3000 сужена в 10 раз.

Для изучения динамики системы было произведено осциллографирование переходных процессов. Наиболее характерные материалы журнала осциллографирования (сброс номинальной нагрузки, пуск вхолостую) сведены в табл. 1. Приведенные данные позволяют сделать следующие заключения:

1) Охват генератора П.О.С. по напряжению приводит к незначительному возрастанию времени регулирования и к заметному уменьшению статической ошибки;

2) Одновременное применение положительной и отрицательной обратной связи по напряжению дает возможность получить систему с малым временем регулирования и высокой точностью;

Таблица 1

№№ п/п	Наименование осциллограммы	Коэффициент положительной обратной связи генератора $k_{п2}$	Коэффициент отрицательной обратной связи		Скорость вращения холостого хода n_0 [об./мин.]	Изменение скорости вращения $\Delta n = n_0 - n$ [об./мин.]	Время регулирования t_p [сек.]
			по напряжению ЭМУ $k_{ос.1}$	по скорости двигателя k_f			
1	Сброс нагрузки; включена серийная обмотка генератора	—	—	0,3	1000	40	0,97
2	Сброс нагрузки; включена серийная обмотка генератора	1,0	—	0,3	1000	8	1,30
3	Сброс нагрузки; включена серийная обмотка генератора	—	0,50	0,3	1000	60	0,47
4	Сброс нагрузки; включена серийная обмотка генератора	1,0	0,60	0,3	1000	55	0,25
5	Наброс нагрузки, генератор размагничивается переменным током 10 а	—	—	0,2	300	13	0,60
6	Сброс нагрузки	—	—	0,2	300	23	0,80
7	Пуск вхолостую	—	—	0,3	1000	—	0,98
8	Пуск вхолостую	1,0	—	0,3	1000	—	1,40

3) размагничивание машин приводит к уменьшению времени регулирования.

При охвате главного генератора П. О. С., кроме увеличения точности регулирования, значительно улучшаются энергетические показатели системы: увеличивается коэффициент усиления по мощности и уменьшается необходимая мощность управления системы. Последнее обстоятельство позволяет уменьшить мощность и габариты звеньев, предшествующих звену с положительной обратной связью. Согласно табл. 2, при охвате главного генератора П. О. С. с $k_{п2} = 1,0$ мощность возбудителя может быть уменьшена в 25 раз.

Таблица 2

№№ п/п	Наименование величины	Коэффициент положительной обратной связи $k_{п2}$	
		0	1,0
1	Мощность управления P_y [вт]	2,48	1,97
2	Необходимая мощность возбудителя P_B [вт]	18,80	0,76

В тех случаях, когда нужно иметь систему с большой точностью регулирования, следует применять в качестве главного генератора одноступенчатый ЭМУС. Расчеты и практическое осуществление подобного ЭМУС показали, что габариты и вес меди обмоток не увеличиваются, а в некоторых случаях могут быть даже уменьшены. Конструктивное изменение машины сводится к разделению обмотки возбуждения на две части.

Вышесказанное приводит к убеждению, что перед отечественной электропромышленностью должна быть поставлена задача о разработке новой серии машин постоянного тока, с несколькими (по крайней мере двумя) обмотками управления. Это привело бы к большей гибкости схем автоматизированного электропривода и открыло бы более простые пути их создания.

РАЗДЕЛ ВТОРОЙ

УЛУЧШЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СИСТЕМ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЭЛЕКТРОПРИВОДА С ПОМОЩЬЮ ПОЛОЖИТЕЛЬНОЙ ОБРАТНОЙ СВЯЗИ ПО МОМЕНТУ

Постановка задачи

Во втором разделе реферируемой работы после краткого рассмотрения литературы по теории инвариантности и комбинированным системам автоматического регулирования констатируется, что в автоматизированном промышленном электроприводе принцип комбинированного регулирования применяется редко. Основная причина — отсутствие надежного и удобного датчика момента статических сопротивлений (основного возмущающего воздействия). Системы компаундирования, в которых осуществляется обратная связь по току двигателя, нельзя считать системами комбинированного регулирования электропривода в полном смысле, так как ток пропорционален моменту статических сопротивлений лишь в статических режимах и то при неизменном потоке возбуждения двигателя.

Необходимость изыскания новых путей создания комбинированных систем автоматизированного электропривода была особенно подчеркнута на Совещании по теории инвариантности, которое состоялось в Киеве в октябре 1958 г., и на третьем Всесоюзном объединенном совещании по автоматизации производственных процессов в машиностроении и автоматизированному электроприводе в промышленности, так как

комбинированные системы обладают лучшими показателями статических и динамических режимов работы.

В настоящем разделе ставится задача исследовать возможности создания комбинированной системы автоматизированного электропривода с использованием полупроводниковых датчиков э.д.с. Холла и сравнивать показатели работы данной системы с показателями системы с отрицательной обратной связью (О.О.С.) по скорости вращения (регулируемой величине) и системы с О.О.С. по скорости и П.О.С. по току якоря.

При сравнении систем за основу предполагается принимать следующие показатели:

- 1) статическую ошибку регулирования,
- 2) динамическую ошибку регулирования,
- 3) длительность переходного процесса.

5. ВЫБОР ДАТЧИКА МОМЕНТА

В пятой главе рассматриваются существующие методы измерения момента: динамометрический, акселерометрический, по реакции на опору, торсионный, магнитоэлектрический и др. Для осуществления обратной связи по моменту могут быть применены только полупроводниковые датчики э.д.с. Холла, техническое применение которых началось сравнительно недавно.

Как известно, напряжение на выходе датчика Холла

$$U_x = K_x B I_s, \quad (5)$$

где K_x — постоянная датчика,
 B — индукция,
 I_s — управляющий ток.

Электромагнитный момент двигателя равен

$$M_{эм} = c_M \Phi_g I, \quad (6)$$

где c_M — коэффициент пропорциональности,
 Φ_g — поток двигателя.

Таким образом, пропуская через полупроводниковый датчик э.д.с. Холла ток, пропорциональный току якоря, и помещая датчик в магнитный поток двигателя, на выходе его будем иметь напряжение, пропорциональное электромагнитному моменту.

Основными преимуществами полупроводниковых датчиков э. д. с. Холла являются:

- 1) большая чувствительность при исключительно малых размерах,

- 2) линейность характеристик,
- 3) безинерционность вплоть до частот $10^{10} \div 10^{12}$ гц,
- 4) отсутствие вращающихся частей,
- 5) малая зависимость от температуры.

6. ОПИСАНИЕ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Экспериментальная установка была смонтирована в лаборатории автоматизированного электропривода РПИ. По существу эта система электропривода по схеме В-Г-Д (рис. 1). В качестве возбудителя применялся ЭМУ. С целью создания более гибкой экспериментальной схемы генератор подвергся некоторой переделке. Вместо имеющейся обмотки возбуждения были намотаны 3 обмотки управления, с выводами от отдельных полюсных катушек.

Полупроводниковый датчик э.д.с. Холла помещался между ярмом и главным полюсом двигателя. Питание токовой цепи датчика осуществлялось от обмоток дополнительных полюсов генератора и двигателя. Для усиления выходного сигнала датчика э.д.с. Холла был использован двухкаскадный

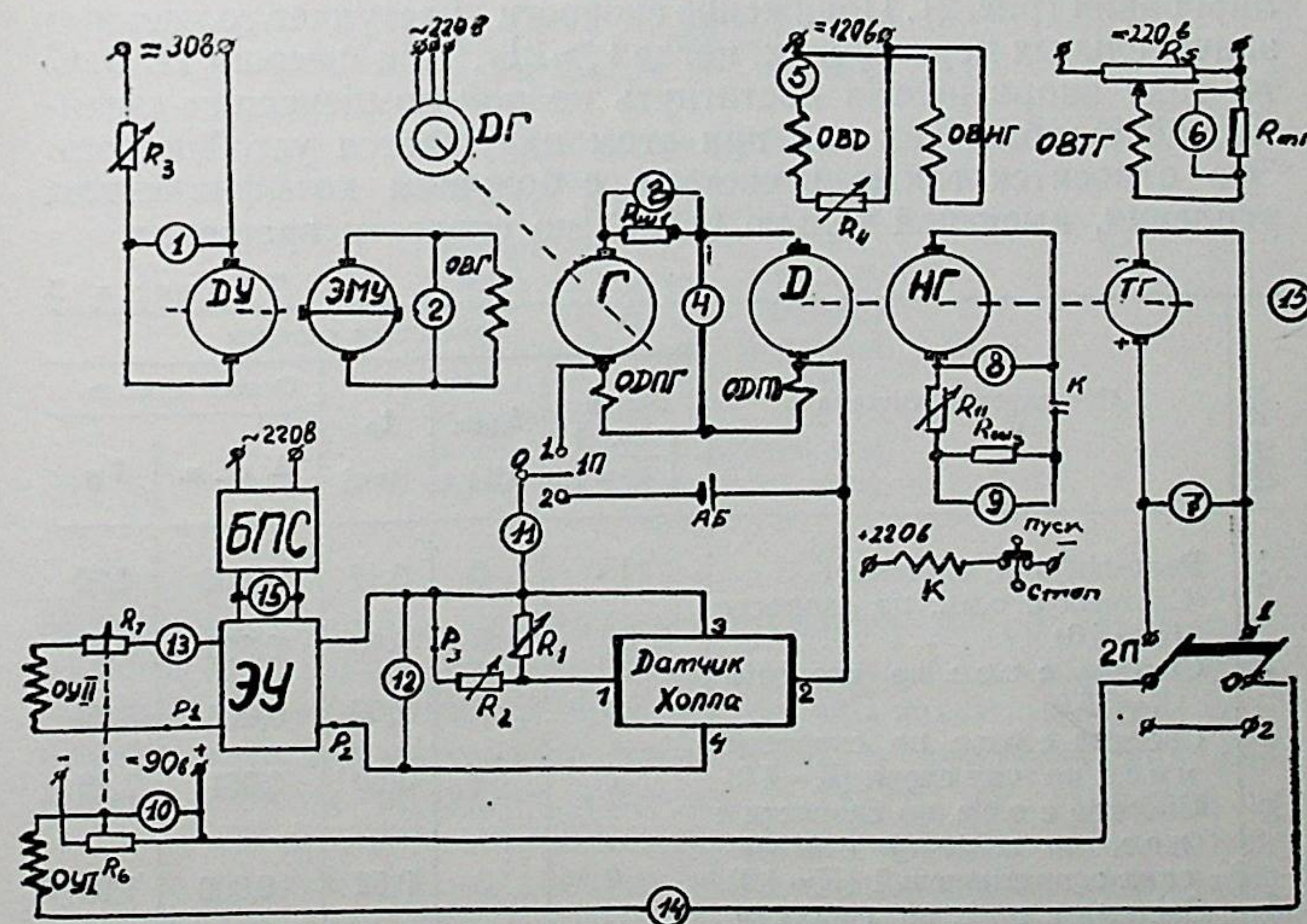


Рис. 1. Схема для исследования статических режимов.

электронный усилитель постоянного тока симметричного параллельного баланса.

В экспериментах исследовались два образца датчиков Холла: кристаллический — Ge, и пленочный — HgSe. Градуировочные кривые датчиков совершенно линейны. Коэффициенты пропорциональности между напряжением Холла и моментом:

- 1) для кристаллического датчика $k_{ХЭМ} = 14,5 \left[\frac{\text{мВ}}{\text{кГм}} \right]$,
- 2) для пленочного датчика — $k_{ХЭМ} = 9,8 \left[\frac{\text{мВ}}{\text{кГм}} \right]$

7. РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Седьмая глава представленной работы посвящена описанию методики проведения экспериментов и изложению результатов исследования статических и динамических режимов комбинированной системы автоматизированного электропривода с полупроводниковым датчиком э.д.с. Холла в качестве датчика электромагнитного момента двигателя.

Применением П.О.С. по электромагнитному моменту можно полностью ликвидировать статическую ошибку регулирования (рис. 2). Понижение скорости наступает только при значительных перегрузках, когда $I > 2I_n$. При помощи П. О. С. по току якоря нельзя достигнуть полной компенсации статической ошибки, так как при этом нарушается устойчивость. Это относится также к системе с большим коэффициентом усиления, имеющей только О.О.С. по скорости вращения.

Таблица 3

№ п/п	Исследуемая система	Показатели системы				
		Δст. н. [$\frac{\text{об.}}{\text{мин.}}$]	Δдин. [%]	t _p [сек.]	Относительные	
					Δ' ст. н.	t'p
1	Разомкнутая система	115	0	0,48	1,000	1,00
2	Система с о.о.с. по скорости (K=4,0)	80	0	0,45	0,695	0,94
3	Система с о.о.с. по скорости (K=75,0)	3	8	2,69	0,026	5,60
4	Система с о.о.с. по скорости и п.о.с. по току якоря (K=4,0)	7	80	3,50	0,061	7,28
5	Система с о.о.с. по скорости и п.о.с. по моменту статических сопротивлений (K=4,0)	0	0	0,52	0,000	1,08
6	Система с о.о.с. по скорости и п.о.с. по электромагнитному моменту (K=4,0)	0	5	1,25	0,000	2,50

Большое внимание в работе уделялось изучению переходных процессов комбинированной системы электропривода и сравнению показателей этой системы с показателями других систем. В табл. 3 приводятся номинальная статическая ошибка, динамическая ошибка и время регулирования наи-

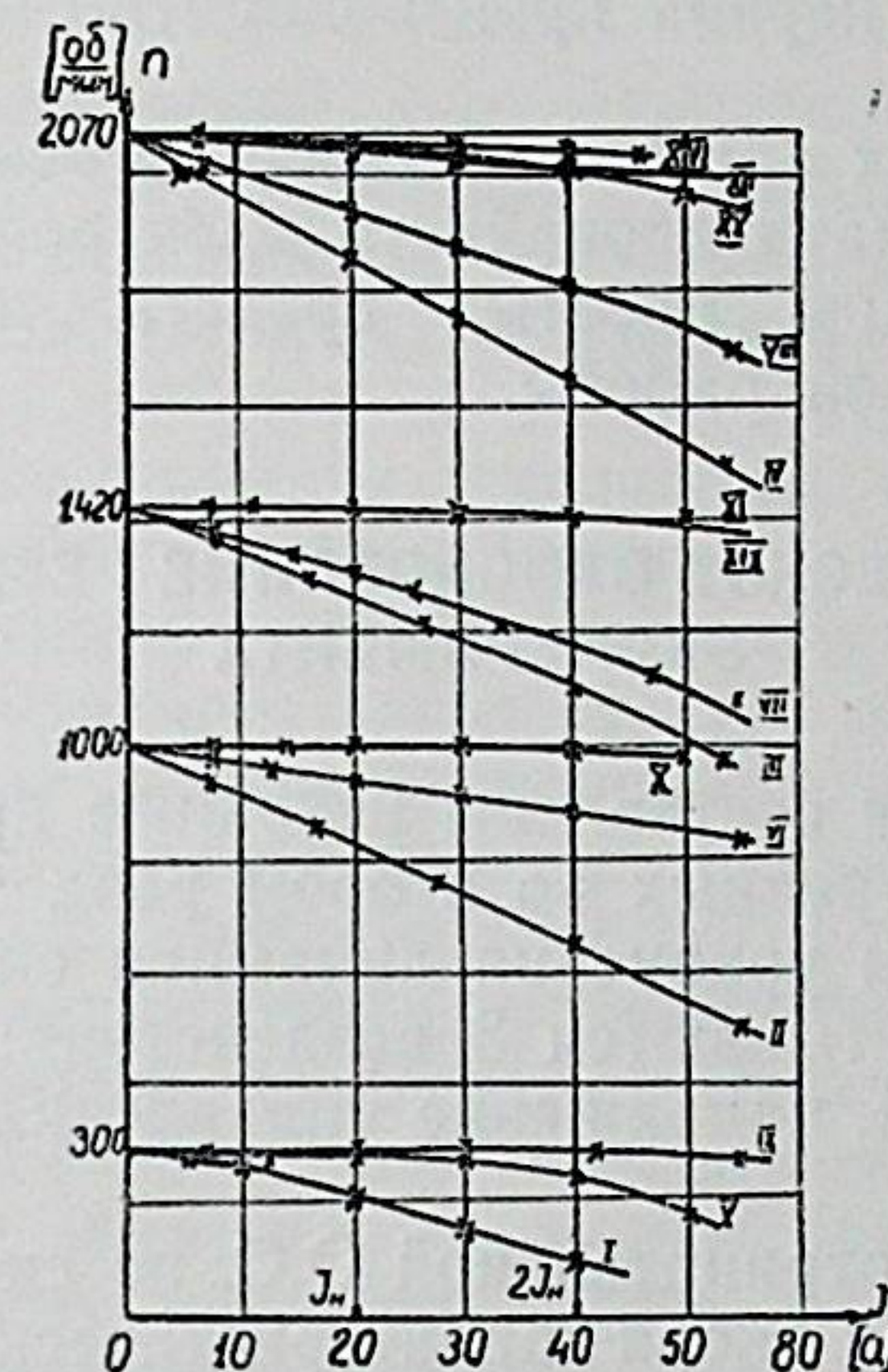


Рис. 2. Экспериментальные статические характеристики I, II, III, IV — разомкнутой системы; V, VI, VII, VIII — замкнутой системы с K=4,0; IX, X, XI, XVI — системы с положительной обратной связью по электромагнитному моменту; XIX, XX — системы с положительной обратной связью по току якоря.

более характерного переходного процесса — сброса номинальной нагрузки при номинальной скорости рассматриваемых систем. Приведенные данные свидетельствуют о том, что наилучшими показателями статических и динамических режимов работы обладает система с О.О.С. по скорости и П. О. С. по моменту статических сопротивлений. Последняя была осуществлена подачей на вход электронного усилителя суммы двух сигналов: 1) от датчика Холла, пропорционального электромагнитному моменту, и 2) от дифференциру-

шего контура, включенного на напряжение тахогенератора, пропорционального динамическому моменту двигателя.

Таким образом, в рассматриваемой системе осуществляется: 1) отрицательная О.С. по скорости вращения, 2) положительная О.С. по току якоря, 3) положительная О.С. по потоку возбуждения (а не по току возбуждения!) и 4) отрицательная О.С. по первой производной по времени от скорости вращения.

Наличие четырех обратных связей по основным координатам системы автоматизированного электропривода, осуществленных с помощью простых средств, является залогом хороших показателей работы.

8. ТЕОРЕТИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТА

В восьмой главе составлены исходные дифференциальные уравнения, рассмотренных во втором разделе систем электропривода, и найдены уравнения динамики системы. В уравнениях динамики учитываются 3 воздействия: момент статических сопротивлений, напряжение управления и поток возбуждения двигателя.

Для системы с отрицательной О.С. по скорости и положительной О.С. по току якоря характеристическое уравнение имеем в виде

$$A(p) + B(p)K - C(p)k_I = 0, \quad (7)$$

где $A(p)$, $B(p)$ и $C(p)$ — полиномы от p ,

K — общий коэффициент усиления системы,

k_I — коэффициент обратной связи по току,

а уравнение статической характеристики

$$\Delta n = \frac{K \frac{k_g}{k_t} \Delta U_y - (k_M - k_I) \Delta M_{сн}}{1 + K}, \quad (8)$$

причем $M_{сн}$ — момент статических сопротивлений,

k_M — коэффициент передачи двигателя по моменту,

U_y — напряжение управления.

Для полной компенсации статической ошибки необходимо чтобы $k_M = k_I$. Однако, увеличение коэффициента обратной связи по току согласно (7) приводит к резкому ухудшению устойчивости и других показателей динамики, так как перед последним членом в левой части характеристического

уравнения стоит знак минус. Нецелесообразность использования О.С. по току для компенсации статической ошибки подтверждается также данными табл. 3.

Характеристическое уравнение комбинированной системы с отрицательной О.С. по скорости и положительной О.С. по моменту статических сопротивлений будет

$$A(p) + KB(p) = 0. \quad (9)$$

Уравнение статической характеристики будет иметь вид (8), только вместо k_I будет $k_{мс}$ — коэффициент обратной связи по моменту статических сопротивлений.

Так как характеристическое уравнение (9) не содержит коэффициента $k_{мс}$, то отсюда следует, что увеличение положительной О.С. по моменту статических сопротивлений, связанное с стремлением компенсировать статическую ошибку, не вызывает нарушения устойчивости и ухудшения показателей качества переходного процесса. Это одно из самых замечательных свойств комбинированных систем автоматизированного электропривода также полностью подтвердили экспериментальные исследования (табл. 3).

При исследовании устойчивости комбинированных систем частотными методами предпочтение нужно отдавать критерию А. В. Михайлова. Теоретически подтверждена также экспериментально выявленная малая зависимость критического коэффициента усиления комбинированной системы от глубины положительной обратной связи по моменту. В такой системе возможна устойчивая работа с отрицательным статизмом.

ВЫВОДЫ

1. Предложена методика составления уравнений статических характеристик систем с П.О.С. по напряжению с учетом э.д.с. остаточного магнетизма, поперечной реакции якоря, реакции коммутационных токов и падения напряжения в якорных цепях.

2. Найдено соотношение между параметрами системы при котором П.О.С. по напряжению не влияет на динамику системы, но значительно улучшает статическую точность.

3. Предложена методика выбора глубины обратной связи и параметров системы по кривой Д — разбиения в плоскости параметров K и T .

4. Даны рекомендации по выбору структуры системы электропривода с П.О.С. по напряжению.

5. Проведен анализ технико-экономических показателей систем, содержащих ЭМУС.

6. Показаны преимущества полупроводниковых датчиков э.д.с. Холла в качестве датчиков электромагнитного момента двигателя.

7. Установлено, что для полной компенсации статической ошибки при различных скоростях вращения требуется различная глубина П.О.С. по электромагнитному моменту.

8. Теоретически и экспериментально доказано, что показатели статических и динамических режимов работы комбинированной системы автоматизированного электропривода значительно лучше, чем у всех остальных рассмотренных систем. При полной компенсации статической ошибки переходный процесс аperiodичен и имеет минимальную продолжительность.

9. Предложенная система комбинированного регулирования электропривода, созданная с помощью простых средств, надежна и пригодна для длительной эксплуатации. Она может найти применение во всех тех случаях, когда требуется точное поддержание скорости в широком диапазоне регулирования.

Результаты диссертационной работы были доложены на трех научных конференциях РПИ и на III Всесоюзном объединенном совещании по автоматизации производственных процессов в машиностроении и автоматизированному электроприводу в промышленности в мае 1959 г. в г. Москве, а также опубликованы в следующих статьях.

1. Я. Я. О с и с. Применение положительной обратной связи в системе автоматизированного электропривода, Ученые записки ЛГУ им. П. Стучки, т. 21, 1958.

2. Я. Я. О с и с. Исследование систем электропривода с жесткой положительной обратной связью по напряжению. Третье Всесоюзное объединенное совещание по автоматизации производственных процессов в машиностроении и автоматизированному электроприводу в промышленности. МЭИ, 1959.

3. Я. Я. О с и с. Статика и динамика систем электропривода с жесткой положительной обратной связью, Ученые записки РПИ, т. 3, 1960.

4. Я. Я. О с и с. Учет э.д.с. остаточного магнетизма в уравнениях систем автоматизированного электропривода и средства ее уменьшения, Ученые записки РПИ, т. 3, 1960.

5. Я. Я. О с и с. Исследование систем электропривода с жесткой положительной обратной связью по напряжению, сборник «Электропривод и автоматизация промышленных установок», под ред. И. И. Петрова, А. А. Сиrotина, М. Г. Чиликина, ГЭИ, 1960.

6. Я. Я. О с и с. Улучшение показателей статических и динамических режимов работы системы автоматизированного электропривода, Ученые записки РПИ, т. 7, 1961 (в печати).

7. Я. Я. О с и с. Применение полупроводниковых датчиков э.д.с. Холла в системе автоматизированного электропривода, Изв. ВУЗ, Электромеханика, 1961 (в печати).

193832

