

Министерство образования Республики Беларусь

Учреждение образования
«Гомельский государственный технический
университет имени П. О. Сухого»

Кафедра «Автоматизированный электропривод»

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ И СИГНАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКТНЫХ ТИРИСТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КТЭ

**ЛАБОРАТОРНЫЙ ПРАКТИКУМ
по курсу «Наладка и диагностика
автоматизированного электропривода»
для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Гомель 2006

УДК 62.83.52(075.8)
ББК 31.291я73
С40

*Рекомендовано к изданию научно-методическим советом
факультета автоматизированных и информационных систем ГГТУ им. П. О. Сухого
(протокол № 1 от 12.09.2006 г.)*

Автор-составитель: *В. А. Савельев*

Рецензент: канд. техн. наук, доц. каф. «Электроснабжение» ГГТУ им. П. О. Сухого
О. Г. Широков

Система защиты и сигнализации комплектных тиристорных электроприводов КТЭ : лаб. практикум по курсу «Наладка и диагностика автоматизированного электропривода» для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / авт.-сост. В. А. Савельев. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2006. – 25 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://gstu.local/lib>. – Загл. с титул. экрана.

ISBN 985-420-487-1.

Книга является продолжением цикла лабораторных работ и описывает устройство и особенности работ по наладке и диагностике системы защиты и сигнализации комплектных тиристорных электроприводов серии КТЭ.

Для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной и заочной форм обучения.

УДК 62.83.52(075.8)
ББК 31.291я73

ISBN 985-420-487-1

© Савельев В. А., составление, 2006
© Учреждение образования «Гомельский
государственный технический университет
имени П. О. Сухого», 2006

Введение

Электроприводы комплектные тиристорные постоянного тока серии КТЭ с естественным воздушным охлаждением предназначены для потребителей постоянного тока, требующих автоматического регулирования скорости вращения, положения вала, мощности, выпрямленного напряжения, ЭДС двигателя, натяжения материала и используются в металлургической и других отраслях народного хозяйства.

Правильная наладка системы защиты и сигнализации позволяет избежать выхода из строя оборудования при возникновении аварийных режимов работы. Для того, чтобы четко представлять последствия действий, выполняемых в ходе наладочных работ, прежде всего необходимо подробно ознакомиться с устройством, принципом действия и рекомендациями по эксплуатации системы защиты конкретного электропривода.

Настоящее методическое пособие рассматривает устройство, принцип действия и методику проведения работ по наладке системы защиты и сигнализации электроприводов серий КТЭ. При работе с пособием рекомендуется пользоваться набором оригинальных принципиальных схем, прилагаемым к техническому описанию и инструкции по эксплуатации рассматриваемого электропривода.

1. Цель работы

1. Подробное изучение устройства и принципа действия системы защиты и сигнализации комплектных тиристорных электроприводов серии КТЭ.

2. Изучение методики проведения работ по наладке и диагностике системы защиты и сигнализации комплектных тиристорных электроприводов постоянного тока.

2. Меры безопасности

1. К выполнению практической части лабораторной работы допускаются студенты, прошедшие специальный технический инструктаж и изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации.

2. Электродвигатель, блок управления, сглаживающий и сетевой реакторы, трансформатор, а также контрольно-измерительная аппаратура должны быть заземлены.

3. Категорически запрещается вставлять и выдвигать ячейки в касете преобразователя и элементы сигнализации под напряжением. Любые действия, связанные с внесением схемных изменений, должны производиться только после отключения электропривода от питающей сети.

4. Приступать к выполнению практической части лабораторной работы студенты могут только с разрешения преподавателя.

3. Техническое описание системы защиты и сигнализации

Система защиты и сигнализации предназначена для защиты комплектного тиристорного электропривода при аварийных режимах работы и для сигнализации, при аварийных отключениях, дифференцированно по видам защит. Кроме того, система осуществляет сигнализацию о состоянии основных коммутационных аппаратов, о наличии силового напряжения и напряжения собственных нужд, о готовности электропривода к работе. Система также обеспечивает блокировку включения электропривода при неправильных действиях обслуживающего персонала.

Система защиты и сигнализации преобразователей серии КТЭ обеспечивает срабатывание при следующих аварийных режимах:

- 1) при внутренних коротких замыканиях;
- 2) при превышении мгновенным значением тока предельной величины для данного преобразователя;

- 3) при аномальных режимах в сети собственных нужд;
- 4) при опрокидывании и прорыве инвертора;
- 5) при появлении уравнивающего тока (для реверсивных исполнений КТЭ);
- 6) при неисправности источника стабилизированного напряжения, плюс и минус 12,6 В;
- 7) при аварийной перегрузке тиристорov по среднеквадратичному току;
- 8) при превышении или при снижении нижедопустимого уровня тока возбуждения электродвигателя;
- 9) при снижении ниже допустимого уровня или исчезновении тока обмотки возбуждения тахогенератора;
- 10) при недопустимом превышении напряжения на якоре электродвигателя;
- 11) при превышении допустимой скорости вращения электродвигателя;
- 12) при выходе из строя предохранителей системы защиты от перенапряжения и при исчезновении напряжения силовых цепей;
- 13) при перегрузке двигателя, превышающей заданную величину в течение определенного времени (до 20 с);
- 14) при возникновении токов короткого замыкания силового трансформатора или реактора.

Система защиты и сигнализации производит индикацию:

- 1) о положении автоматических выключателей на стороне постоянного и переменного тока и пускателя;
- 2) о наличии силового напряжения, напряжения собственных нужд и напряжения питания вспомогательных устройств;
- 3) о готовности электропривода к работе;
- 4) об аварийном отключении дифференцированно по видам защит 2), 6)...13) и срабатывании устройства аварийного динамического торможения.

Преобразователь КТЭ имеет следующие блокировки:

- 1) блокировку включения преобразователя при наличии любого аварийного сигнала;
- 2) блокировку включения преобразователя на вращающийся якорь двигателя;
- 3) блокировку подключения двигателя к преобразователю при наличии на выходных зажимах последнего напряжения;

- 4) блокировку при неправильной сборке схемы электропривода.
 В состав системы защиты и сигнализации входят:
- 1) кассета управления;
 - 2) датчики контролируемых величин;
 - 3) автоматические выключатели на стороне постоянного и переменного тока;
 - 4) элементы защиты и сигнализации, расположенные на дверях шкафа КТЭ;
 - 5) реле заказчика.

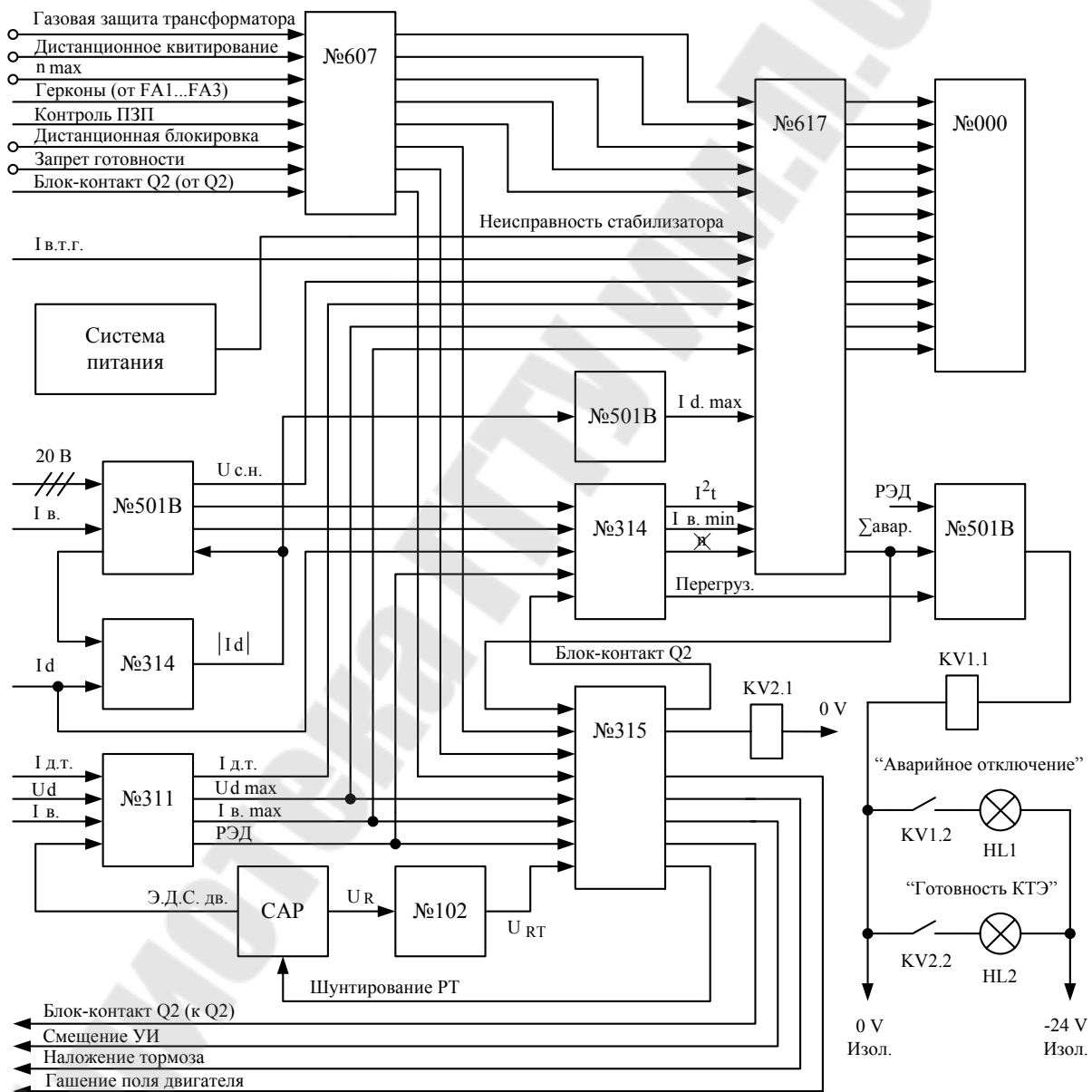


Рис. 3.1. Функциональная схема системы защиты и сигнализации преобразователя КТЭ

Конструктивно система защиты и сигнализации выполнена на базе кассеты управления ТИАК.656131.137, а также на элементах защиты и сигнализации, расположенных в шкафу преобразователя КТЭ. Функциональная схема системы защиты и сигнализации приведена на рисунке. В кассете предусмотрены выходы на внутреннюю и внешнюю сигнализацию. Выходные устройства внешней сигнализации включаются в цепи централизованной сигнализации. Внутренняя сигнализация устанавливается в преобразователе КТЭ. Внешняя сигнализация содержит две группы сборных сигналов:

- 1) о готовности преобразователя к работе;
- 2) аварийную сигнализацию (об аварийном отключении преобразователя действием защит).

В качестве устройств внешней сигнализации используются реле РП-21 или аналогичные. Съём информации об аварийном отключении дифференцированно по видам защит пунктов 2, 3, 6...13 производится с помощью ячейки контроля №000 (в дальнейшем «ячейка №000»). При срабатывании защиты на двери шкафа загорается сигнальная лампа «аварийное отключение» и один из светоизлучающих диодов «1»...«12» на лицевой панели ячейки №000. При этом происходит смещение управляющих импульсов в инверторный режим с углом α_{MAX} и их блокирование с выдержкой времени, определяемой собственным временем срабатывания реле КV1.

В реверсивных преобразователях КТЭ блокирование импульсов дополнительно проходит по каналу отдельного управления. Привязка светоизлучающих диодов «1»...«12» по видам защит приведена в табличке, расположенной на лицевой панели устройства электрического.

На шкафу расположены сигнальные лампы «Включено» и «Отключено» положения автоматических выключателей на стороне переменного и постоянного тока и пускателя, «Напряжение главных цепей» – наличия силового напряжения, «Напряжение собственных нужд» – наличия напряжения собственных нужд, «Питание вспомогательных устройств» – наличия напряжения питания вспомогательных устройств, «Готовность КТЭ» – о готовности преобразователя к работе.

Защита от внутренних коротких замыканий при выходе из строя тиристоров осуществляется путем блокирования управляющих импульсов по сигналу срабатывания герконовых датчиков на стороне переменного тока и отключения автоматических выключателей.

Защита при аномальных режимах в сети собственных нужд реализована на ячейке ключей №501В (в дальнейшем «ячейка №501В») кассеты управления.

Для отстройки от коммутационных искажений напряжения собственных нужд предназначено интегрирующее устройство. Величина порогового напряжения, контролируемая на гнезде « $U_{\text{пор}}$ » ячейки №501В и регулируемая с помощью переменного резистора R9, должна соответствовать снижению напряжения собственных нужд на 15...20 % от номинального значения. При аномальных режимах в сети собственных нужд, таких как снижение напряжения собственных нужд более чем на 15 % номинального, обрыве фазы, сигнал с выхода ячейки №501В поступает на вход ячейки памяти №617 (в дальнейшем «ячейка №617»), где происходит формирование общего сигнала, воздействующего на отключение преобразователя.

Защита от превышения мгновенным значением тока предельной величины для данного преобразователя осуществляется с помощью электронной токовой защиты совместно с автоматическим выключателем. Электронная токовая защита обеспечивает достаточное быстрое действие, сдвигая импульсы управления силовых тиристоров в инверторную область с последующим их блокированием. Сигналы токовой защиты поступают с герконовых и полупроводникового датчиков. Настройку установки герконовых датчиков необходимо производить сначала на стороне постоянного тока (в реверсивных КТЭ), а затем переменного, при рабочем напряжении главных цепей и отключенном датчике тока S402A (A22).

Регулировка уставки срабатывания до $(2,65...3,1) I_{dн}$ герконовых датчиков производится установкой пластин электротехнической стали (толщиной не менее 0,35 мм) между силовой шиной и герконовым датчиком. Причем направление проката пластин должно быть перпендикулярно длине шины.

Настройку уставки срабатывания защиты от превышения мгновенным значением тока максимально допустимой величины необходимо производить при отключенных герконовых датчиках и настроенной ячейке №314 вращением шлица переменного резистора R18 ячейки №501В кассеты управления. В процессе настройки необходимо плавное увеличение тока до момента срабатывания порогового устройства. Срабатывание защиты должно произойти при токе преобразователя $(2,65^{+0,2}_{-0,15}) I_{dн}$.

Сигнал датчика S402A (A22) выпрямленного тока преобразователя используется также для защиты при аварийной перегрузке тиристоров по среднеквадратичному току, выполненной на ячейке защиты от перегруза №314 (в дальнейшем «ячейка №314»). При достижении током нагрузки значения $1,5 I_{dн}$, с выдержкой времени, происходит аварийное отключение преобразователя по каналу среднеквадратичной токовой перегрузки тиристоров. Выдержка времени регулируется с помощью переменного резистора R49 ячейки №314. При увеличении токовой перегрузки время выдержки уменьшается, с тем, чтобы не превысить допустимую перегрузку тиристоров по среднеквадратичному току. При токе равном $1,75 I_{dн}$ выдержка времени равна (70 ± 10) с.

На ячейке №314 собран также канал защиты при недопустимом времени стоянки двигателя под током. Время стоянки двигателя под током регулируется с помощью переменного резистора R34 и предвзвешенно выставляется (35 ± 10) с.

На пороговых устройствах ячеек №501В, №311 собрана защита от исчезновения, снижения нижедопустимого уровня или превышения допустимого уровня тока возбуждения электродвигателя. Уставки срабатывания защиты регулируются переменными резисторами R24, R32 ячеек №501В и №311, соответственно, таким образом, чтобы срабатывание защиты происходило при превышении током возбуждения величины, превышающей $1,25I_{н}$, и при снижении тока возбуждения ниже $0,7I_{н}$.

Защита от недопустимого снижения тока возбуждения двигателя срабатывает при включенном выключателе на стороне постоянного тока. Величина уставки срабатывания канала защиты при недопустимом превышении напряжения на якоре двигателя регулируется с помощью переменного резистора R12 ячейки №311. Сигналы на ячейки №311, №501В поступают с датчика тока возбуждения двигателя и датчика напряжения на якоре двигателя.

На ячейку №311 поступает также сигнал с датчика S402A (A23) тока динамического торможения. При протекании тока в цепи динамического торможения более $(0,2...0,3)I_{н}$ срабатывает пороговое устройство. Регулировка уставки срабатывания производится с помощью переменного резистора R10 ячейки №311.

В систему защиты и сигнализации также поступают дискретные сигналы о недопустимом понижении тока возбуждения тахогенератора из системы вспомогательных устройств и о неисправности источ-

ника стабилизированного напряжения плюс и минус 12,6 В. Эти сигналы воздействуют непосредственно на ячейку памяти №617.

Прием внешних контактных сигналов защиты при превышении допустимой скорости вращения электродвигателя, при срабатывании герконового датчика, при перегорании предохранителей системы защиты от перенапряжений, дистанционного квитирования, блок-контакта выключателя на стороне постоянного тока, контактных сигналов дистанционной блокировки и запрета готовности осуществляется с помощью устройств ввода, собранных по схеме оптронной развязки на ячейке ввода №607 (в дальнейшем «ячейки №607»).

Выходные сигналы ячеек №607, №311, №501В, №314 поступают на входы устройств памяти ячейки №617, где формируется общий аварийный сигнал « Σ авар.», который через ячейку №315 воздействует на отключение преобразователя, а через ячейку №501В – на цепи внешней и внутренней сигнализации.

По общему аварийному сигналу, сформированному ячейкой памяти №617, ячейка выходных каскадов №315 (в дальнейшем «ячейка №315») формирует сигналы на смещение и блокирование управляющих импульсов, на шунтирование регулятора тока, на отключение выключателя на стороне постоянного тока, на наложение механического тормоза при отключенном двигателе и отсутствии ЭДС двигателя.

На ячейке №315 реализованы также блокировки включения КТЭ на вращающийся якорь двигателя и при наличии напряжения на выходных шинах преобразователя. Сигналы наличия ЭДС двигателя и напряжения на выходе регулятора тока поступают на ячейку №315 из ячейки №311, где происходит установка порога срабатывания сигнала ЭДС переменным резистором R11, и из ячейки согласования №102А(В). Ячейка выходных каскадов формирует сигнал на снятие готовности. Реле готовности контактами, находящимися в цепи нулевого расцепителя выключателя на стороне постоянного тока, препятствует его включению. При наличии сигналов о недопустимом превышении напряжения на якоре электродвигателя или тока возбуждения электродвигателя, ячейка формирует сигнал смещения управляющих импульсов устройства питания обмотки возбуждения двигателя в инверторную область.

В шкафу КТЭ установлены реле KV5...KV10 для собственных нужд заказчика. Выводы катушек и контактов всех реле выведены на клеммник заказчика.

При исчезновении силового напряжения на двери шкафа КТЭ загорается сигнальная лампа «Аварийное отключение», отключается выключатель на стороне постоянного тока. Светоизлучающий диод «9» ячейки №000 должен гореть. Для исключения влияния защиты при подготовке преобразователя к работе без силового напряжения необходимо снять перемычку ХТ22:3 – ХТ22:4. Перед включением преобразователя на номинальное силовое напряжение эту перемычку необходимо установить.

4. Особенности наладки системы защиты и сигнализации преобразователя КТЭ

Перед началом работы проверьте наличие всех ячеек, входящих в состав кассеты, состояние разъемов, надежность крепления деталей, состояние лакокрасочных покрытий, убедитесь в отсутствии механических повреждений контактов и их коррозии. Вставлять и выдвигать ячейки в кассете необходимо без резких движений и усилий, чтобы не повредить разъемы.

4.1. Включите автоматический выключатель «Автомат собственных нужд». При этом на шкафу КТЭ должна загореться сигнальная лампа «Напряжение собственных нужд». Нажмите кнопку «U1» на лицевой панели ячейки контроля питания №700А кассеты управления.

Проверьте величины напряжения непосредственно на шинах питания «+24 В» и «-24 В», расположенных с правой стороны кассеты защиты и сигнализации. Величина напряжения должна быть соответственно $(24 \pm_{-2}^{+8})$ В и минус $(24 \pm_{-2}^{+8})$ В. Проверку необходимо производить вольтметром цифровым универсальным В7-27А или другими, имеющими небольшую погрешность измерения.

Проверьте также наличие и величину напряжения на гнездах «+12 В», «-12 В» ячейки питания №702В и на гнездах «Р» и «N» ячейки №700А. Величины этих напряжений должны быть $(12,6 \pm 0,1)$ В, минус $(12,6 \pm 0,1)$ В и $(13,5 \pm 0,1)$ В, минус $(13,5 \pm 0,1)$ В, соответственно. В случае отклонения указанных напряжений, установите их величины потенциометрами R14, R17 ячейки №702В и R7 «+U», R8 «-U» ячейки №700А.

4.2. Проверьте функционирование канала формирования общего аварийного сигнала. Установите сигнал «U_R» (гнездо ячейки №102) равным нулю. Нажмите последовательно на лицевой панели ячейки №617 кассеты управления кнопки «Сброс», «Пров.» и «Опрос». На двери шкафа должна гореть сигнальная лампа «аварийное отклю-

чение», а на лицевой панели ячейки №000 кассеты управления светоизлучающие диоды «1»...«12».

При этом должно произойти смещение управляющих импульсов в инверторный режим с углом $\alpha_{\text{МАХ}}$. В реверсивных КТЭ контроль управляющих импульсов можно осуществлять на гнездах «УИ1» и «УИ1'» ячейки №123А для моста ТМ1 и ТМ2, соответственно. Смещение управляющих импульсов контролировать только в неререверсивных исполнениях КТЭ на гнезде «УИ1» ячейки №123, так как в реверсивных КТЭ в кассете фазосмещающих устройств происходит дополнительно блокирование управляющих импульсов по каналу отдельного управления.

Блокирование управляющих импульсов осуществляется за счет обрыва питания импульсных трансформаторов и выходных каскадов, а в реверсивных КТЭ дополнительно по каналу отдельного управления. Контроль осуществляется на управляющих электродах тиристоров.

Нажмите кнопку «Сброс» ячейки №617. Сигнальная лампа «Аварийное отключение» на двери шкафа и светоизлучающие диоды «1»...«12» на лицевой панели ячейки №000 должны погаснуть. Импульсы управления должны возвратиться в область, соответствующую углам согласования.

4.3. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации при аномальных режимах в сети собственных нужд. Для этого предварительно измерьте величину порогового напряжения на гнезде «U_{ПОР}» лицевой панели ячейки №501В и при необходимости произведите регулировку переменным резистором R9 этой ячейки.

Отключите выключатель «Автомат собственных нужд» и выньте предохранитель F1 устройства электрического в верхней части поворотной рамы шкафа КТЭ. Включите выключатель «Автомат собственных нужд». Нажмите последовательно кнопки «U1» на лицевой панели ячейки №700А и «сброс» на лицевой панели ячейки №617. На лицевой панели ячейки №000 должен гореть светоизлучающий диод «5» – «с. н.» (собственные нужды) и сигнальная лампа «Аварийное отключение» на двери шкафа КТЭ. Отключите выключатель «Автомат собственных нужд» и вверните предохранитель F1.

4.4. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации при превышении максимально допустимого или понижении ниже максимально допустимого тока возбуждения двигателя¹.

¹ Данную проверку необходимо производить для преобразователей, имеющих в своем составе устройство питания обмотки возбуждения двигателя.

Для выполнения проверки установите переключку между проводами «1023» и «1251» (блок-контакт выключателя на стороне переменного тока). Включить выключатель «Автомат собственных нужд». Нажмите последовательно кнопки «U1» на лицевой панели ячейки №700А, «Сброс» на лицевой панели ячейки №617, «Готов» на лицевой панели ячейки №315. На двери шкафа КТЭ должна загореться сигнальная лампа «Готовность КТЭ». Включить выключатель Q5 «Автомат цепей вспомогательных устройств» системы питания вспомогательных устройств. Проконтролируйте наличие тока возбуждения двигателя в пределах $0,8 \dots 1,1$ от номинального. Включите выключатель на стороне постоянного тока.

Нажмите кнопки «Пров.» и «Опрос» на лицевой панели ячейки №617. При этом на лицевой панели ячейки №000 должны загореться светоизлучающие диоды «1»...«12» и сигнальная лампа «аварийное отключение» на двери шкафа КТЭ. Выключатель на стороне постоянного тока должен отключиться. Ток возбуждения, контролируемый по прибору «ток возбуждения» на двери шкафа КТЭ, должен снизиться до нуля.

Нажмите кнопки «Сброс» и «Готов». Показания амперметра «Ток возбуждения» должны быть в пределах $0,8 \dots 1,1$ от номинального. При этом светоизлучающие диоды и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть, а лампа «Готовность КТЭ», должна гореть.

Включите автоматический выключатель на стороне постоянного тока. Установите с помощью переменного резистора R21 – « I_{MIN} » ячейки шунтирования №215 (в исполнениях КТЭ со структурой регулирования 01 резистором R22 « I_{P} » ячейки №209) кассеты регулирования ток $1,25 I_{\text{H}}$. Выключатель на стороне постоянного тока должен отключиться, а на шкафу КТЭ должна загореться сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «б» – $I_{\text{d MAX}}$ на лицевой панели ячейки контроля №000. Лампа «Готовность КТЭ» должна погаснуть. При необходимости произвести регулировку порога срабатывания переменным резистором R32 ячейки №311.

Поверните шлиц переменного резистора R21 – « I_{MIN} » ячейки шунтирования №215 (в КТЭ со структурой регулирования 01 шлиц переменного резистора R22 « I_{P} » ячейки №209) в сторону регулирования тока возбуждения до значения близкого к номинальному. Нажмите кнопки «Сброс» и «Готов». Включите выключатель на стороне постоянного тока. Установите ток возбуждения равный $0,7 I_{\text{H}}$. Выключа-

тель на стороне постоянного тока должен отключиться. При этом на двери шкафа КТЭ должна загореться сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «10» – $I_{d \text{ MAX}}$ на лицевой панели ячейки №000. Лампа «Готовность КТЭ» должна погаснуть. При необходимости производите регулировку порога срабатывания переменным резистором R24 ячейки №501В. Установите номинальный ток возбуждения. Нажмите кнопку «Сброс» на лицевой панели ячейки №617.

4.5. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации от аварийной перегрузки тиристоров по среднеквадратичному току. Для этого установите перемычку между гнездом «+12 V» ячейки питания №702В и гнездом «2*» ячейки №311 кассеты управления. Снимите фастон-контакты со штекеров X2, X3 блока датчика выпрямленного тока S402 (A22). Подайте на вход датчика S402 (штекера X2, X3) напряжение от прибора типа «Потенциометр постоянного тока» ПП63, определяемое по формуле

$$U_{\text{вх}} = 75 \cdot \frac{I_{\text{дн}}}{I_{\text{ш.н}}}, \text{ мВ}, \quad (1)$$

где $U_{\text{вх}}$ – напряжение, подаваемое на вход датчика S402А;

$I_{\text{дн}}$ – номинальный выпрямленный ток преобразователя КТЭ;

$I_{\text{ш.н}}$ – номинальный ток шунта выпрямленного тока.

Измерьте с помощью вольтметра В7-27А или аналогичного величину напряжения на гнезде X4 «D» датчика S402 (A22). Она должна составлять $(3,8 \pm 0,5)$ В. Измерьте величину напряжения на гнезде «| I_d » лицевой панели ячейки №314. Она должна составлять $(3,9 \pm 0,1)$ В. При необходимости произведите подстройку переменным резистором R6 ячейки №314.

Установите на входе датчика S402 (A22) выпрямленного тока напряжение от внешнего источника, равное $1,5 U_{\text{вх}}$. На лицевой панели ячейки №314 должен загореться светоизлучающий диод « I_n ». В противном случае, необходимо произвести подстройку переменным резистором R21 ячейки №501В.

Отключите внешний источник. Установите напряжение, равное $1,75 U_{\text{вх}}$. Подключите его ко входу датчика. С помощью секундомера типа С1-2а или другого измерьте время от момента подключения напряжения ко входу датчика до момента, когда на двери шкафа КТЭ загорится сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «12» – $I^2 t$ на лицевой панели ячейки №000. Время долж-

но составлять (70 ± 10) с. При необходимости произведите регулировку переменным резистором R49 ячейки №314. Отключите внешний источник от входа датчика выпрямленного тока S402 (A22). Нажмите кнопку «Сброс» на лицевой панели ячейки №617. Светоизлучающий диод «12» и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть.

4.6. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации при превышении максимально допустимого времени стоянки двигателя под током. Для этого снимите перемычку между гнездом «0 V» ячейки питания №702В и гнездом «2» ячейки №311. Установите на входе датчика выпрямленного тока S402А (A22) от внешнего источника напряжение, равное $0,5 U_{вх}$.

На лицевой панели ячейки должен загореться светоизлучающий диод HL «n». В противном случае произведите подстройку с помощью переменного резистора R5. С помощью секундомера СИ-2а или аналогичного измерьте время от момента загорания светоизлучающего диода HL «n» до момента, когда на двери шкафа КТЭ загорится сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «3» – «n» (стоянка двигателя под током) на лицевой панели ячейки №000. Время задержки должно составлять (35 ± 10) с. При необходимости произведите подстройку переменным резистором R34 ячейки №314.

Отключите внешний источник от входа датчика тока S402А. Нажмите кнопку «Сброс» на лицевой панели ячейки №617. Светоизлучающий диод «3» и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть. Подключите фастон-контакты к штекерам X2, X3 блока датчика S402 (A22).

4.7. Проверьте функционирование защиты и сигнализации при превышении допустимого тока динамического торможения². Для этого снимите фастон-контакты со штекеров X2, X3 блока датчика S402А устройства динамического торможения. Подайте на вход датчика (штекеры X2, X3) от внешнего источника типа «Потенциометр постоянного тока» ПП63 напряжение, определяемое по (1), где $I_{ш. н}$ – номинальный ток шунта цепи динамического торможения.

При этом на шкафу КТЭ должны загореться сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «11» – $I_{д. т}$ на ли-

² Проверку необходимо выполнять для исполнений КТЭ, имеющих в своем составе устройство динамического торможения.

цевой панели ячейки №000. При необходимости можно произвести регулировку переменным резистором R10 ячейки №311.

Измерьте величину напряжения с помощью вольтметра В7-27А или аналогичного на выходе датчика динамического торможения S402A (гнездо Х4 «D»). Она должна составлять $(1,3 \pm 0,5)$ В.

Отключите внешний источник от входа датчика тока динамического торможения S402A. Нажмите кнопку «Сброс» на лицевой панели ячейки №617. Светоизлучающий диод «11» и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть. Подключить фастон-контакты к штекерам Х2, Х3 блока датчика S402A.

4.8. Проверьте функционирование канала контроля предохранителей системы защиты от перенапряжений. Для этого отключите выключатель «Автомат собственных нужд». Установите ранее снятую перемычку между клеммником ХТ22:3 и клеммником ХТ22:4 (см. п. 3). Включите выключатель «Автомат собственных нужд». Нажмите кнопки «U1» на лицевой панели ячейки №700А и «Сброс» на лицевой панели ячейки №617.

На шкафу КТЭ должна гореть сигнальная лампа «Аварийное отключение», а на лицевой панели ячейки №000 – светоизлучающий диод «9». Отключите выключатель «Автомат собственных нужд». Снимите один конец перемычки 3–4 на клеммнике ХТ22.

4.9. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации при недопустимом снижении тока возбуждения тахогенератора. Выньте предохранители FU1 и FU2 в устройстве питания обмотки возбуждения тахогенератора. Включите автоматический выключатель «Автомат собственных нужд». Нажмите последовательно кнопки «U1» на лицевой панели ячейки контроля питания №700А и «Сброс» на лицевой панели ячейки памяти №617. На шкафу КТЭ должна гореть сигнальная лампа «Аварийное отключение», а на лицевой панели ячейки №000 – светоизлучающий диод «2» – $I_{в.тг}$. Отключите выключатель «Автомат собственных нужд», вставьте предохранители FU1, FU2.

4.10. Проверьте функционирование канала выделения сигнала первой неисправности.

Для этого установите перемычку на клеммнике ХТ10 между клеммой «7» (провод 1812) и клеммой «3» (провод 1220). Должна загореться лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «1» – n_{MAX} на лицевой панели ячейки контроля №000.

Снимите перемычку. Нажмите кнопку «Пров.» на лицевой панели ячейки №617. Состояние светоизлучающих диодов на лицевой па-

нели ячейки №000 не должно измениться. Нажмите кнопку «Опрос» на лицевой панели ячейки №167. На лицевой панели ячейки №000 должны гореть все светоизлучающие диоды. Нажмите кнопку «Сброс». Лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающие диоды должны погаснуть.

4.11. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации при превышении мгновенным значением тока предельной величины для данного преобразователя. Для этого нажмите одну из кнопок «Проверка герконов», расположенных на лицевой панели устройства электрического. При этом на двери шкафа должна загореться лампа «Аварийное отключение», а на лицевой панели ячейки №000 – диод светоизлучающий «7» – «Герконы». В реверсивных исполнениях преобразователя необходимо проверить срабатывание герконовых датчиков, установленных на стороне постоянного и переменного тока. После каждой проверки нажать кнопку «Сброс». Светоизлучающий диод «7» и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть.

Установите переключку между гнездами «+12 V» ячейки №702В и «2*» лицевой панели ячейки пороговых устройств №311. Снимите фастон-контакты со штекеров Х2, Х3 блока датчика выпрямленного тока S402А (А22). Подайте на вход датчика тока S402А (А22) – штекеры Х2, Х3 – напряжение от внешнего источника, равное $(2,65^{+0,2}_{-0,15}) U_{ВХ}$, где $U_{ВХ}$ определяется по (1). При этом на шкафу КТЭ должна загореться сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «4» – $I_{d \text{ MAX}}$ на лицевой панели ячейки №000. При необходимости произвести регулировку переменным резистором R18 ячейки №501В.

Отключите внешний источник от входа датчика выпрямленного тока S402А. Снимите переключку между гнездом «+12 V» ячейки питания №702В и «2*» ячейки №311. Нажмите кнопку «Сброс». Светоизлучающий диод «4» и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть.

Настройку установки герконовых датчиков нужно производить при рабочем напряжении главных цепей, при отключенном датчике тока S402А (А22) на стороне постоянного тока³.

³ В реверсивных исполнениях КТЭ сначала производят настройку уставки для герконового датчика, установленного на стороне постоянного тока, а затем для герконовых датчиков, установленных на стороне переменного тока.

Отключите выключатели «Автомат собственных нужд» и «Автомат вспомогательных устройств». Снимите перемычку между проводами 1023, 1251 (блок-контакты выключателя на стороне переменного тока). Установите перемычку ХТ22:3 – ХТ22:4. Подключите вольтметр к шунту, установленному в цепи выпрямленного тока.

Включите выключатели «Автомат собственных нужд» и «Автомат вспомогательных устройств». Нажмите кнопку «U1» ячейки №700А, установите ручки потенциометров R13 «Грубо», R14 «Точно», расположенных на лицевой панели устройства электрического, в среднее положение. Включите выключатель на стороне переменного тока. При этом должна загореться сигнальная лампа «Включено – выключатель переменного тока».

Включите пускатель, при этом должны загореться сигнальные лампы «Включено пускатель» и «Напряжение главных цепей». Нажмите последовательно кнопки «Сброс» и «Готов». Включите выключатель на стороне постоянного тока. При этом соответствующие сигнальные лампы «Включено» должны загореться, а «Отключено» – погаснуть. Установите перемычки между гнездами XS3 лицевой панели устройства электрического и «U_R» ячейки согласования №102А (В) кассеты управления, между гнездами XS2, XS4 лицевой панели устройства электрического, между гнездом XS5 «U» лицевой панели устройства электрического и «0 V» лицевой панели ячейки питания №702В. Установите переключатель SA1 лицевой панели устройства электрического в положение «15 V». Вращением ручек потенциометров, сначала R13 – «Грубо», а затем R14 – «Точно», поднимите ток до величины тока уставки. Величину напряжения задания контролируйте с помощью прибора, расположенного на лицевой панели устройства электрического. Величину тока уставки контролируйте вольтметром В7-27А, подключенным к шунту в цепи выпрямленного тока.

Регулировка уставки до $(2,65...3,1) I_{дн}$ производится установкой пластин электротехнической стали (толщиной до 0,35 мм) между силовой шиной и герконовым датчиком⁴. Направление проката пластин должно быть перпендикулярно длине шины. При достижении током величины уставки герконового датчика должна загореться сигнальная лампа «Аварийное отключение» на двери шкафа КТЭ и светоизлучающий диод «7» – «Герконы» на лицевой панели ячейки №000. Регулировка уставки герконовых датчиков на стороне переменного тока

⁴ Регулировку уставки в реверсивных исполнениях КТЭ производят при отключенных датчиках на стороне переменного тока.

производится для каждого герконового датчика отдельно и проверяется при обоих включенных датчиках.

Настройку уставки от превышения максимально допустимого для данного преобразователя тока датчика тока на стороне выпрямленного тока S402A производят при отключенных герконовых датчиках, при нормальном напряжении главных цепей, вращением шлица переменного резистора R18 ячейки №501В кассеты управления. Плавное увеличение тока до момента срабатывания порогового устройства осуществляется вращением ручек переменных резисторов R13, R14 устройства электрического. Срабатывание защиты должно произойти при выпрямленном токе КТЭ $(2,65^{+0,2}_{0,15}) I_{дн}$. При этом на шкафу КТЭ должна загореться сигнальная лампа «Аварийное отключение» и светоизлучающий диод «4» – $I_{д\max}$ на лицевой панели ячейки контроля №000. Выключатель на стороне постоянного тока должен отключиться.

Отключите выключатель на стороне переменного тока, выключатели «Автомат собственных нужд» и «Автомат вспомогательных устройств». Подключите герконы.

4.12. Проверьте функционирование канала защиты и сигнализации при недопустимом превышении напряжения на якоре двигателя. Проверку проводят при работе преобразователя на холостом ходу.

Включите выключатели «Автомат собственных нужд» и «Автомат вспомогательных устройств». При этом на шкафу КТЭ должны загореться сигнальные лампы «Напряжение собственных нужд» и «Питание вспомогательных устройств». Нажмите кнопку «U1» ячейки №700А.

Включите выключатель на стороне переменного тока и пускатель. При этом на шкафу КТЭ должны загореться сигнальные лампы «Напряжение главных цепей» и соответствующие лампы «Включено», а лампы «Отключено», при их наличии, должны погаснуть. Нажмите последовательно кнопки «Сброс» и «Готов».

Включите выключатель на стороне постоянного тока. При этом должны загореться соответствующие сигнальные лампы «Включено», а «Отключено» – погаснуть. Вращением ручек переменных резисторов (сначала R13 – «Грубо», а затем R14 – «Точно») на лицевой панели устройства электрического поднять выпрямленное напряжение до номинального значения. Величину напряжения контролируют по вольтметру на двери шкафа КТЭ. С помощью вольтметра В7-27А измерьте величину порогового напряжения на гнезде «3» лицевой пане-

ли ячейки пороговых устройств №311. Она должна составлять $(9,4 \pm 0,1)$ В. Потенциометром R12 этой ячейки понизьте величину порогового напряжения до значения, при котором на двери шкафа КТЭ загорится сигнальная лампа «Аварийное отключение», а на лицевой панели ячейки №000 – светоизлучающий диод «8» – $U_{d \text{ MAX}}$. Выключатель на стороне постоянного тока должен отключаться. Ток возбуждения, контролируемый по прибору «Ток возбуждения», на двери шкафа КТЭ должен снизиться до нуля. Проконтролируйте уровень напряжения на гнезде «3». Он должен составлять $(7,6 \pm 0,4)$ В.

Установите на гнезде «3» лицевой панели №311 потенциометром R11 напряжение $(9,4 \pm 0,1)$ В. Снимите перемычки между гнездами «0 V» ячейки №702В и XS1 – «U» лицевой панели устройства электрического, гнездами XS3 лицевой панели устройства электрического и гнездом «U_R» ячейки №102А (В) кассеты управления. Нажмите кнопку «Сброс» на лицевой панели ячейки №617. Светоизлучающий диод «8» и сигнальная лампа «Аварийное отключение» должны погаснуть.

4.13. Проверьте функционирование блокировок КТЭ. Убедитесь, что выключатель на стороне постоянного тока не включается при наличии любого аварийного сигнала, при наличии напряжения на выходных шинах КТЭ, при вращающемся якоре двигателя, при отключенном выключателе «Автомат цепей вспомогательных устройств».

5. Возможные неисправности и способы их устранения

Возможные неисправности системы защиты и сигнализации преобразователя КТЭ и способы их устранения приведены в таблице 5.1.

Таблица 5.1

№	Неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
1	Не включается выключатель на стороне постоянного тока	Срабатывает одна из блокировок КТЭ	Проверить функционирование блокировок
2	Отключается выключатель на стороне постоянного тока	Сработала защита	На лицевой панели ячейки №000 определить, по какому каналу произошло отключение и устранить причину

№	Неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
3	<p>Ложное срабатывание защиты от превышения максимально допустимого тока:</p> <ul style="list-style-type: none"> • от герконового датчика • от датчика тока 	<p>Изменение уставки срабатывания герконового датчика</p> <p>Изменение величины порогового напряжения ячейки №501В</p>	<p>Отрегулировать величину уставки, увеличив число предложенных пластин электротехнической стали между герконовым датчиком и шиной</p> <p>Увеличить величину порогового напряжения переменным резистором ячейки пороговых устройств №501В</p>
4	<p>Ложное срабатывание защиты от превышения или недопустимого снижения тока возбуждения</p>	<p>Неисправность датчика тока возбуждения</p> <p>Неисправность ячейки №311 и №501В</p>	<p>Проверить соответствие выходного напряжения датчика току возбуждения. При согласовании заменить датчик</p> <p>Проверить порог ячейки и подстроить его. При необходимости заменить ячейку</p>

6. Порядок выполнения работы

1. Используя принципиальные схемы [1], ознакомьтесь с устройством и особенностями наладки и диагностики системы защиты и сигнализации преобразователя КТЭ.

2. Произведите расчет напряжений уставок срабатывания защит, указанных преподавателем.

3. На лабораторном стенде убедитесь в правильности произведенных расчетов путем проверки срабатывания указанных видов защиты. Для этого:

1) перед включением преобразователя проверьте наличие всех ячеек, входящих в состав кассеты;

2) после подачи напряжения собственных нужд проконтролируйте наличие и величину постоянных напряжений 24 В, 12,6 В, 13,5 В;

3) проверьте функционирование канала формирования общего аварийного сигнала;

4) в соответствии с рекомендациями, изложенными в п. 4 настоящего пособия, произведите поверку функционирования указанных видов защиты и сигнализации.

7. Содержание отчета

В отчете необходимо привести наименование и цель работы, чертежи принципиальных схем наиболее значимых элементов системы защиты и сигнализации, описать порядок наладки указанных преподавателем видов защит, а также результаты расчета напряжений уставок срабатывания указанных видов защит. Сделать выводы по работе.

Контрольные вопросы

1. Как осуществляется защита от внутренних коротких замыканий при выходе из строя тиристоров?

2. Как осуществляется защита при аномальных режимах в сети собственных нужд?

3. Как произвести проверку функционирования канала защиты и сигнализации при аномальных режимах в сети собственных нужд?

4. Опишите, каким образом реализована максимально-токовая защита преобразователя и в чем особенности ее настройки?

5. Что такое среднеквадратичный ток тиристоров и как функционирует защита от его превышения?

6. Как произвести проверку функционирования канала защиты и сигнализации от аварийной перегрузки тиристоров по среднеквадратичному току?

7. Как реализована и при каких условиях срабатывает защита от исчезновения (недопустимого снижения или повышения) тока возбуждения электродвигателя?

8. Как произвести проверку функционирования канала защиты и сигнализации при превышении максимально допустимого или понижении ниже максимально допустимого тока возбуждения двигателя?

9. Как произвести проверку функционирования канала формирования общего аварийного сигнала?

10. Как произвести проверку функционирования канала защиты и сигнализации при превышении максимально допустимого времени стоянки двигателя под током?

11. В каком случае необходимо проверять функционирование защиты и сигнализации при превышении допустимого тока динамического торможения? Опишите ход проверки.

12. Как проверить функционирование канала контроля предохранителей системы защиты от перенапряжений?

13. Как проверить функционирование канала защиты и сигнализации или недопустимом снижении тока возбуждения тахогенератора?

14. Опишите порядок проверки функционирования канала защиты и сигнализации при недопустимом превышении напряжения на якоре двигателя.

Дополнительные вопросы

1. Перечислите применяемые в преобразователях серии КТЭ виды защиты и сигнализации и кратко охарактеризуйте несколько из них.

2. Каким образом поступают в систему защиты и сигнализации дискретные сигналы?

3. Поясните подробно, что происходит при срабатывании одной из защит преобразователя?

4. Что представляет собой ячейка памяти?

5. Чем обусловлена необходимость перевода работающего преобразователя в инверторный режим при возникновении какого-либо аварийного режима?

Литература

1. Электропривод КТЭ. Система защиты и сигнализации: Техническое описание и инструкция по эксплуатации ЗЕИ.099.261 Т017.
2. Бригиневич, Б. В. Наладка тиристорных электроприводов / Б. В. Бригиневич, А. К. Голованов. – Москва : Энергоатомиздат, 1991.
3. Гусев, В. Г. Электроника : учеб. пособие для вузов. – 2-е изд. / В. Г. Гусев, Ю. М. Гусев. – Москва : Высш. шк., 1991. – 622 с.
4. Аналоговая и цифровая электроника / Ю. Ф. Опачий [и др.]. – Москва : Радио и связь, 1996. – 768 с.

Содержание

Введение.....	3
1. Цель работы	4
2. Указания меры безопасности	4
3. Техническое описание системы защиты и сигнализации.....	4
4. Особенности наладки системы защиты и сигнализации преобразователя КТЭ.....	11
5. Возможные неисправности и способы их устранения.....	20
6. Порядок выполнения работы	21
7. Содержание отчета	22
Контрольные вопросы.....	22
Дополнительные вопросы.....	23
Литература	24

Учебное электронное издание комбинированного распространения

Учебное издание

СИСТЕМА ЗАЩИТЫ И СИГНАЛИЗАЦИИ КОМПЛЕКТНЫХ ТИРИСТОРНЫХ ЭЛЕКТРОПРИВОДОВ КТЭ

**Лабораторный практикум
по курсу «Наладка и диагностика
автоматизированного электропривода»
для студентов специальности 1-53 01 05
«Автоматизированные электроприводы»
дневной и заочной форм обучения**

Электронный аналог печатного издания

Автор-составитель: **Савельев** Вадим Алексеевич

Редактор *Л. Ф. Теплякова*
Компьютерная верстка *Н. Б. Козловская*

Подписано в печать 18.12.06.

Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура «Таймс».

Цифровая печать. Усл. печ. л. 1,51. Уч.-изд. л. 1,52.

Изд. № 178.

E-mail: ic@gstu.gomel.by
<http://www.gstu.gomel.by>

Издатель и полиграфическое исполнение:
Издательский центр Учреждения образования
«Гомельский государственный технический университет
имени П. О. Сухого».

ЛИ № 02330/0133207 от 30.04.2004 г.
246746, г. Гомель, пр. Октября, 48.