

О ПРЕДОТВРАЩЕНИИ ПОТЕРИ ПИТАНИЯ ЩИТОВ ПОСТОЯННОГО
ТОКА ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ И ПОДСТАНЦИЙ

Утвержден Министерством энергетики и электрификации
Украины 26.04.95.

На ряде электростанций и подстанций имели место случаи потери питания щитов постоянного тока (ЩПТ) от аккумуляторных батарей (АБ), что приводило к повреждениям электрооборудования и пожарам вследствие отказа устройств релейной защиты и управления, из-за следующих причин:

- неселективности защит с обратно-зависимой время-токовой характеристикой расцепителей автоматических выключателей вводов питания ЩПТ с предохранителями на отходящих от ЩПТ присоединениях, вызванной неучетом в типовых проектных решениях дугового характера КЗ в сети постоянного тока, что при КЗ на отходящем присоединении приводило к отключению автоматического выключателя ввода питания ЩПТ;

- отключения автоматического выключателя ввода питания ЩПТ защитой при толчках нагрузки из-за неправильно рассчитанных и установленных уставок защиты, а также из-за неудовлетворительного технического состояния автоматических выключателей, вызванного невыполнением проверок их в процессе эксплуатации;

- ошибок при выполнении операций отключения-включения автоматического выключателя (например, при поиске места замыкания на землю) из-за недоведения рукоятки рычажного привода отключаемого выключателя в крайнее нижнее положение для взвода механизма свободного расцепления, что приводило при последующем включении этим приводом выключателя к невключению его, не замеченному персоналом, так как на ЩПТ сохранялось напряжение от подзарядного агрегата;

- перегорания ошиновки элементов АБ при толчках нагрузки из-за уменьшения ее сечения, вызванного коррозионно-окислительными процессами, как следствия недостаточного контроля за техническим состоянием ошиновки и элементов АБ.

Контроль за техническим состоянием защит присоединений ЩПТ, включая расчеты уставок, чувствительности и селективности, в ряде энергопредприятий возложен на участок ремонта электроцеха электростанции (службу подстанций в предприятиях электросетей) при наличии на предприятиях служб релейной защиты, что не обеспечивает должного технического уровня эксплуатации защит.

Для предотвращения потери питания и повышения уровня

эксплуатации щитов постоянного тока электростанций и подстанций
ПРЕДЛАГАЕТСЯ:

1 Руководителям электростанций и предприятий электрических сетей:

1.1 Установить распределение обязанностей между персоналом местной службы релейной защиты и автоматики (МС РЗА) и персоналом службы подстанций в предприятиях электрических сетей (участка ремонта электроцеха на электростанциях) по техническому обслуживанию автоматических выключателей и предохранителей, установленных в силовых цепях ЩПТ, руководствуясь следующим:

- МС РЗА должна осуществлять расчет уставок защит, встроенных в автоматические выключатели, расчет и выбор плавких вставок для предохранителей, расчет чувствительности и селективности защит, выполненных расцепителями максимального тока и предохранителями; выставлять расчетные уставки и проверять работоспособность защит, встроенных в автоматические выключатели, напряжением от постороннего источника питания (при проверке защит первичным током работы должны проводиться совместно с персоналом участка ремонта электроцеха, службы подстанций) и нести ответственность за правильность выставленных уставок защиты;

- служба подстанций предприятия электрических сетей (участок ремонта электроцеха электростанции) должна выполнять техническое обслуживание (ревизию, смазку, регулировку, проверку работоспособности и т.п.) автоматических выключателей и их расцепителей, ремонт предохранителей, проверку защит первичным током от постороннего источника (совместно с МС РЗА) предоставлять для расчетов уставок службе МС РЗА исходные данные по автоматическим выключателям, предохранителям и силовым кабелям и нести ответственность за работоспособность автоматических выключателей и их расцепителей.

Срок -II квартал 1995 г.

1.2 Установить периодичность проведения технического обслуживания автоматических выключателей ЩПТ один раз в 6 лет.

1.3 Составить график и организовать внеочередную проверку технического состояния (ревизию, смазку, проверку работоспособности и т.п.) автоматических выключателей вводов питания и линий взаиморезервирования ЩПТ. Выставить на их расцепителях максимального тока расчетные уставки и выполнить проверку работоспособности защит первичным током от постороннего источника согласно приложению А.

Срок - III квартал 1995 г. - для электростанций,

III квартал 1996 г. - для подстанций.

1.4 Выполнить расчет селективности максимальной токовой защиты (МТЗ) вводов питания ЩПТ при установленных согласно таблицам Б.1 и Б.2 уставках МТЗ с защитами, выполненными расцепителями макси-

мального тока автоматических выключателей и предохранителями, установленными на отходящих от ЩПТ присоединениях.

В случае необеспечения селективности выполнить мероприятия, указанные в Приложении Б. Не допускается на отходящих присоединениях использование защит с время-токовыми характеристиками не селективными с характеристиками защит, установленными на вводах питания ЩПТ.

Срок - III квартал 1995г. - для электростанций,
III квартал 1996г. - для подстанций.

1.5 Проверить, что пусковой ток электродвигателей постоянного тока, в том числе мотор-генераторов связи, составляет не более 3,5-кратного от номинального значения с учетом сопротивления питающего кабеля и обмотки якоря электродвигателя. Число ступеней пуска электродвигателя должно быть минимально возможным.

Срок - IV квартал 1995г.

1.6 Внести в местные инструкции требования:

- о необходимости визуального контроля ошиновки элементов АБ при текущих и инспекторских осмотрах и в случаях выявления уменьшения сечения, вызванного коррозийно-окислительными процессами, организовать ее замену во избежание перегорания при толчковом набросе нагрузки;

- о необходимости проверки включенного положения автоматического выключателя ввода питания ЩПТ после включения его рычажным приводом, осуществляемой осмотром положения главных контактов и измерением тока "заряд-разряд" АБ.

Срок - II квартал 1995г.

1.7 Выполнить на электростанциях и подстанциях сигнализацию отключения аккумуляторных батарей (Приложение В).

Срок - IV квартал 1995г.

2 УНПО "Энергопрогресс" подготовить извещение о внесении изменений в "Типовое положение о службах релейной защиты и электроавтоматики" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1981) в соответствии с п.1.1 настоящего циркуляра.

Срок - II квартал 1995г.

3 Отменить действие Циркуляра Ц-03-90 (Э) "О предотвращении потери оперативного постоянного тока из-за неселективной работы автоматических выключателей серии АВМ ввода питания на щиты постоянного тока электростанций и подстанций" и Решения N Э-1/91 "О внесении дополнений и изменений в Ц. Ц-03-90(Э)" Главтехуправления Минэнерго СССР.

Срок - от даты утверждения
настоящего циркуляра.

Приложение А (обязательное)

Условия и порядок проверки технического состояния и установки уставок защиты на расцепителях максимального тока автоматических выключателей АВМ и АВ вводов питания и линий взаиморезервирования ЩПТ

А.1 Условия выполнения работ

А.1.1 Для организации безопасного выполнения работ на панели ввода питания ЩПТ электростанций и подстанций с автоматического выключателя должно быть снято напряжение как со стороны шин ЩПТ, так и со стороны аккумуляторной батареи. Работы должны проводиться по специально разработанным программам (технологическим картам), в которых должны быть перечислены операции по выводу из работы выключателя и меры по обеспечению безопасного выполнения работ.

А.1.2 На подстанциях, имеющих одну АБ, при выполнении указанных работ с отключением АБ питание ЩПТ должно осуществляться от устройства ВАЗП, зарядного (подзарядного) мотор-генератора. Работы должны выполняться по согласованной с соответствующими службами (РЗА и диспетчерской) программе, учитывающей необходимость резервирования защит данной подстанции со стороны смежных подстанций на время выполнения работ.

А.1.3 На электростанциях и подстанциях, имеющих линии взаиморезервирования между ЩПТ, проверка технического состояния автоматических выключателей и установка на них требуемых уставок защиты должна выполняться сначала на линиях взаиморезервирования, а затем на вводах питания ЩПТ. При выполнении работ на вводах питания ЩПТ его питание должно выполняться по линии резервирования от соседнего ЩПТ и устройства ВАЗП, зарядного (подзарядного) мотор-генератора.

А.2 Порядок выполнения работ

А.2.1 Выполнить проверку технического состояния. При выполнении проверки руководствоваться "Методическими указаниями по наладке и эксплуатации автоматических выключателей серии АВМ" (М.: СПО Союзтехэнерго, 1978).

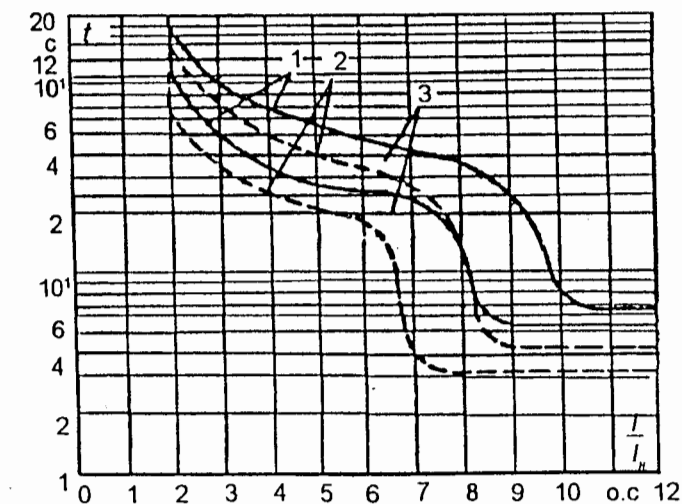
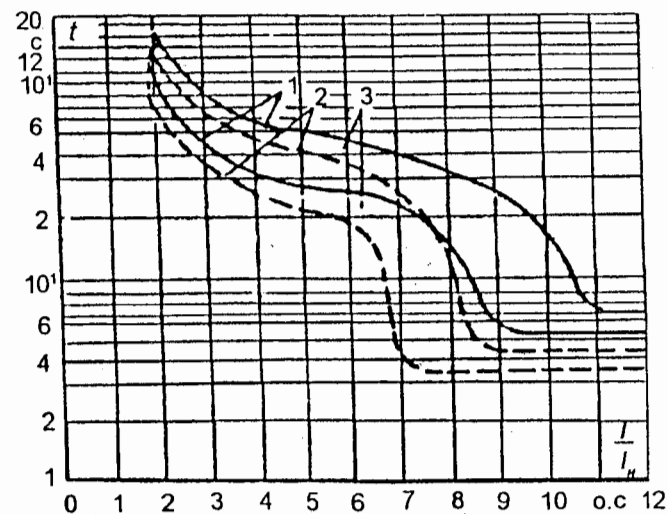
А.2.2 Выполнить проверку четкости работы механической части МТЗ и отсечки. Для этого при включенном выключателе, воздействуя вручную на якорь расцепителя максимального тока каждого полюса выключателя, проверить, что якорь движется без затираний, четко

возвращается в исходное положение при отпускании его, часовой механизм МТЗ работает без срывов и после отработки им выдержки времени отключается выключатель.

А.2.3 Выбрать из таблиц Б.1 или Б.2, в зависимости от места установки автоматического выключателя и номинального тока его расцепителя, соответствующие уставки МТЗ и отсечки и выставить их на шкалах. С помощью устройства проверки защит первичным переменным током определить фактический ток срабатывания и время работы МТЗ и отсечки каждого полюса. Если значение тока срабатывания отличается от требуемой уставки, произвести корректировку выставленной уставки и последующую проверку. Фактическое время работы не должно выходить за пределы области возможных отклонений, указанных на рисунке А.1.

Если мощность имеющегося на энергообъекте устройства проверки первичным током недостаточна для проверки уставки тока срабатывания отсечки, можно ограничиться определением времени срабатывания МТЗ при максимально возможном токе, создаваемом устройством с последующей проверкой того, что это время находится в зоне допустимых отклонений соответствующей время-токовой характеристики, приведенной на рисунке А.1. (Необходимые устройства проверки защит первичным током изготавливаются ДГНИЦ "Донбассэнерготехнология", 338017 г.Горловка, Донецкой обл., ул. Комсомольская, 40).

А.2.4 Проверить обеспеченность селективности по времени МТЗ ввода питания ЩПТ с МТЗ линии резервирования другого ЩПТ по результатам проверки этих защит первичным током.



а - характеристики выключателей с $I_n = 120-600$ А; б - характеристики выключателей с $I_n = 800-1000$ А.

1 - при уставках МТЗ и отсечки, указанных в таблице Б.1; 2 - при уставках МТЗ и отсечки, указанных в Б.2; 3 - области возможных отклонений характеристик.

Рисунок А.1 - Время-токовые характеристики автоматических выключателей типов АВМ4С и АВМ10С

Приложение Б
(справочное)

Уставки МТЗ и отсечки на расцепителях автоматических выключателей серий АВМ и АВ вводов питания и линий взаиморезервирования ЩПТ и согласование их с предохранителями типа ПН-2 по селективности

На вводах питания ЩПТ большинства электростанций и подстанций установлены трехполюсные автоматические выключатели переменного тока типов АВМ10С и АВМ4С (АВ10С и АВ4С), номинальный ток их расцепителей соответствует току режима 30-минутного разряда аккумуляторной батареи, в цепи которой установлен рассматриваемый выключатель. Указанные выключатели имеют два расцепителя максимального тока - с обратно-зависимой характеристикой времени срабатывания от тока (МТЗ) и с независимой от тока характеристикой (селективная отсечка).

Расчеты чувствительности защит (в пределах возможной регулировки их уставок на шкалах расцепителей максимального тока автоматического выключателя) к токам короткого замыкания на шинах ЩПТ электростанций и подстанций показали:

- отсечка, как правило, не чувствительна к токам дугового короткого замыкания, поэтому при реально установленных автоматических выключателях в цепи питания ЩПТ функции защиты выполняет МТЗ;

- МТЗ имеет коэффициент чувствительности к токам дугового короткого замыкания на ЩПТ не менее 1,5, даже при максимальной уставке на шкале.

Расчеты чувствительности выносной защиты, выполненной в соответствии с Циркуляром Ц-03-90(Э), показали, что она, как правило, не обеспечивает нормируемого этим циркуляром коэффициента чувствительности не менее трех к токам металлического короткого замыкания на ЩПТ электростанций при методике выбора уставок, учитывающей одновременный автоматический пуск всех питающихся от АВ электродвигателей.

Хотя отсечка, как правило, не чувствительна к токам короткого замыкания, но в связи с тем, что она с МТЗ конструктивно взаимосвязана единой электромагнитной системой, для получения необходимой защитной время-токовой характеристики МТЗ должны использоваться расцепители как с обратно-зависимой, так и с независимой от времени характеристиками тока срабатывания.

На основании анализа возможных токов и времени их протекания

при различных режимах работы АВ, с учетом типа АВ и параметров расцепителей (по номинальному току, пределам регулирования уставок по току и времени срабатывания, время-токовым характеристикам, коэффициентам возврата и т.п.) автоматического выключателя, установленного на вводе питания ЩПТ, рассчитаны необходимые уставки МТЗ и отсечки. Значения их для автоматических выключателей, установленных на вводах питания ЩПТ электростанций, приведены в таблице Б.1, а для автоматических выключателей, установленных на линиях взаиморезервирования ЩПТ электростанций и вводах питания ЩПТ подстанций, - в таблице Б.2.

Анализ расчетов селективности МТЗ вводов питания ЩПТ с защитами отходящих от него присоединений, выполненный для ряда электростанций и подстанций, показал, что наиболее часто не обеспечивается селективность с защитами, выполненными предохранителями типа ПН-2 из-за различного наклона и пересечения их защитных время-токовых характеристик. Граничные значения номинального тока предохранителей ПН-2, до которого, как правило, обеспечивается селективность с защитами автоматического выключателя ввода питания на ЩПТ при соответствующих уставках МТЗ, приведены в таблицах Б.1 и Б.2. Если номинальный ток плавкой вставки предохранителя превышает граничное значение, необходимо произвести расчет тока короткого замыкания и по его результатам, используя время-токовые характеристики, определить возможность селективной работы защит. Если селективность не обеспечивается, следует выполнить одно из следующих мероприятий:

- заменить плавкую вставку другой с меньшим номинальным током, допустимым для режимов работы присоединения по токам нагрузки;

- переключить питание части нагрузки на другой источник и произвести замену плавкой вставки другой с меньшим номинальным током, если при существующей нагрузке на основном источнике замена плавкой вставки невозможна;

- заменить предохранитель селективным автоматическим выключателем, значение номинального тока которого соответствует значению номинального тока заменяемого предохранителя.

Расчеты токов короткого замыкания в системе постоянного тока должны выполняться с учетом электрической дуги в месте короткого замыкания. Упрощенная методика расчета приведена в Приложении Г.

Таблица Б.1

Тип выключателя	Номинальный ток расцепителя, А	Уставки срабатывания защиты на шкалах				Граничное значение номинального тока плавкой вставки предохранителя ПН-2, при котором и ниже обеспечивается селективность, А
		МТЗ		отсечки		
		по току, А	по времени ^{*)} , с	по току, А	по времени ^{**)} , с	
АВМ4С АВ4С	120	250	МАКС	1300	0,6	60
	150	300	МАКС	1650	0,6	80
	200	400	МАКС	2200	0,6	100
	250	500	МАКС	2750	0,6	120
	300	600	МАКС	3300	0,6	120
400	800	МАКС	4400	0,6	150	
АВМ10С АВ10С	500	1000	МАКС	5500	0,6	200
	600	1200	МАКС	6600	0,6	200
	800	1600	МАКС	8000	0,6	300
	1000	2000	МАКС	10000	0,6	350

^{*)} Уставка МАКС по шкале времени часового механизма расположена на 8 зубьев вверх от цифры 0 и соответствует времени срабатывания не менее 10с.
^{**)} Для получения уставки 0,6с должно быть установлено 12 зубьев в зацеплении шестерни с анкером на механическом замедлителе расцепления отсечки.

Таблица Б.2

Тип выключателя	Номинальный ток расцепителя, А	Уставки срабатывания защиты на шкалах				Граничное значение номинального тока плавкой вставки предохранителя ПН-2, при котором и ниже обеспечивается селективность, А
		МТЗ		отсечки		
		по току, А	по времени ^{*)} , с	по току, А	по времени ^{**)} , с	
АВМ4С АВ4С	120	250	на	960	0,4	60
	150	300	2 зуба	1200	0,4	80
	200	400	ниже	1600	0,4	100
	250	500	метки	2000	0,4	120
	300	600	МАКС	2400	0,4	120
	400	800		3200	0,4	150
АВМ10С АВ10С	500	1000		4000	0,4	200
	600	1200		4800	0,4	200
	800	1600		6000	0,4	300
	1000	2000		8000	0,4	350

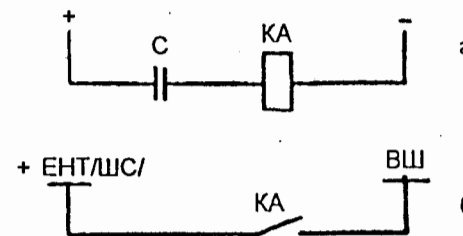
^{*)} Уставке по шкале часового механизма на 2 зуба ниже метки МАКС соответствует время срабатывания ориентировочно на 3 с меньше, чем на уставке МАКС при токе, равном уставке тока срабатывания МТЗ.
^{**)} Для получения уставки 0,4с должно быть установлено 8 зубьев в зацеплении шестерни с анкером на механическом замедлителе расцепления отсечки.

Приложение В
(обязательное)

Сигнализация отключения аккумуляторной батареи

Для контроля наличия питания ЩПТ от АБ на электростанциях и подстанциях, где используется ВАЗП и отсутствует указанный контроль, установить временно, до разработки более совершенных устройств, разработанное и внедренное в энергосистеме Киевэнерго устройство, приведенное на рисунке В.1. Оно состоит из реле РТ-40/02, с последовательным соединением обмоток и конденсатора и позволяет выполнить сигнализацию по признаку увеличения уровня пульсаций от ВАЗП на шинах ЩПТ при потере их питания от АБ. Устройство подключить к существующей схеме контроля напряжения на ЩПТ. Уставку срабатывания реле отстроить от имеющегося на ЩПТ уровня пульсаций в нормальном режиме, руководствуясь при этом следующим: реле срабатывает по уровню пульсаций 1,5-2,0 В при уставке в начале шкалы и до 10 В - в ее конце.

Кроме вышеуказанного, на всех ЩПТ электростанций и подстанций выполнить сигнализацию отключения автоматического выключателя ввода питания от АБ на ЩПТ (где она не выполнена по проекту) на отдельное табло щита управления. Питание сигнализации выполнить исходя из местных условий каждого энергообъекта.



а - схема контроля уровня пульсаций на шинах ЩПТ;

б - схема сигнализации;

С - конденсатор типа МБГО или МБГП, 16 мкФ, 400-600 В;

КА - реле типа РТ-40/0,2;

+ЕНТ, ВШ - шинки сигнализации.

Рисунок В.1 - Схема устройства контроля исправности цепи АБ

Приложение Г
(справочное)

Упрощенная методика расчета токов металлического и дугового КЗ в сети постоянного тока, питаемой от свинцово-кислотной аккумуляторной батареи

Начальный ток металлического КЗ ($I_{кз.м}$) вычисляют по формуле:

$$I_{кз.м} = \frac{n E_p}{R_{аб} + R_{кз}} \quad (Г.1)$$

где E_p - расчетная ЭДС одного элемента, В;
 n - число последовательно соединенных элементов АБ, питающих точку КЗ;

$R_{аб}$ - расчетное значение сопротивления АБ, Ом;

$R_{кз}$ - внешнее сопротивление до точки КЗ, Ом, с учетом переходного сопротивления элементного коммутатора, принимаемого в расчетах равным 5,0 мОм, и переходного сопротивления контактов коммутационных и защитных аппаратов, принимаемого равным 1,0 мОм.

Входящие в эту формулу E_p и $R_{аб}$ являются фиктивными расчетными величинами, нелинейно зависящими от тока, протекающего в цепи, который в свою очередь нелинейно зависит от сопротивления цепи КЗ. График нелинейной зависимости заменяется двумя прямолинейными участками, пересекающимися в точке, соответствующей граничному сопротивлению ($R_{пр}$, Ом), величину которого определяют по формуле:

$$R_{пр} = 7,5 (n/m), \quad (Г.2)$$

где m - число параллельно соединенных элементов (равно номеру аккумуляторной батареи типа СК).

Если $R_{кз} < R_{пр}$, то принимают $E_p = 1,73$ В и $R_{аб} = 4,0 \cdot 10^{-3}$ (н/м).

Если $R_{кз} > R_{пр}$, то принимают $E_p = 1,93$ В и $R_{аб} = 5,4 \cdot 10^{-3}$ (н/м).

Ток дугового КЗ ($I_{кз.д}$) вычисляют по формуле:

$$I_{кз.д} = K_d \cdot I_{кз.м} \quad (Г.3)$$

где $K_d = f(R)$ - значение коэффициента снижения тока КЗ из-за влияния дуги, определяемое по рисунку Г.1.

$$R = R_{аб} + R_{кз}$$

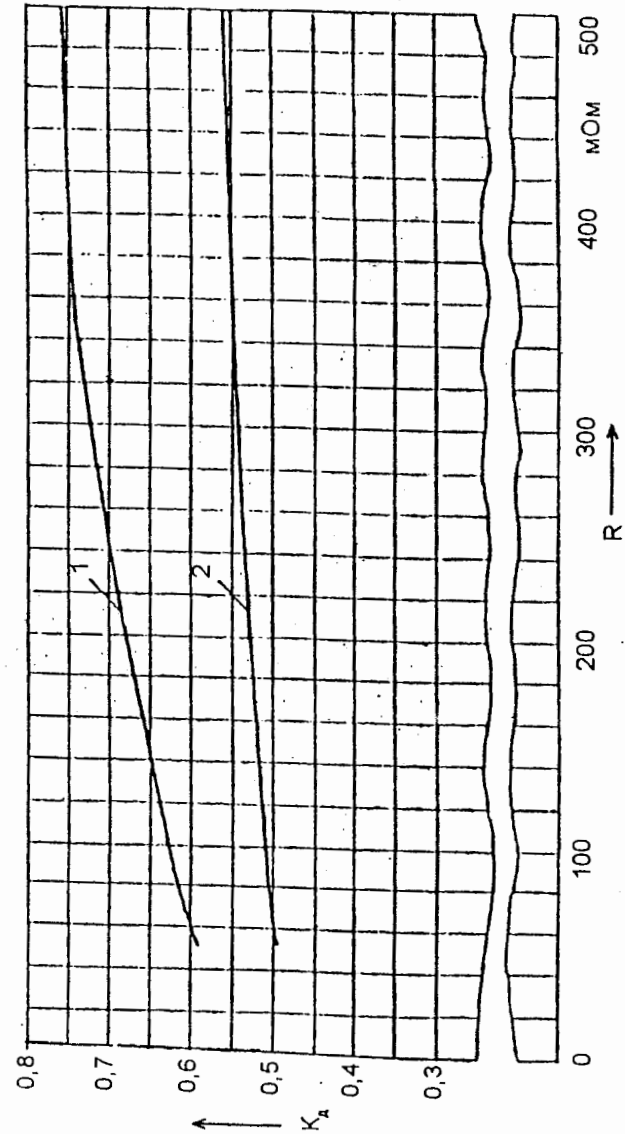
При расчетах чувствительности и селективности защит, реагирующих на мгновенное значение тока (например, быстродействующие электромагнитные расцепители автоматических выключателей АЗ700Б), ток дугового КЗ принимают

$$I_{кз.д} = K'_d \cdot I_{кз.м} \quad (Г.4)$$

При расчетах защит, реагирующих на эффективное и среднее значение тока, ток дугового КЗ принимают

$$I_{кз.д} = K'_d \cdot I_{кз.м}$$

(Г.5)



1 - график зависимости K_d для амплитудных значений тока КЗ;
 2 - график зависимости K_d для действующих значений тока КЗ.

Рисунок Г.1 - График зависимости коэффициента K_d от сопротивления цепи КЗ

Разработан предприятиями ЛьвовОРГРЭС, ДонОРГРЭС и НИИ Энергетики УНПО "Энергопрогресс". Исполнители: Морозов Н.Р. (ЛьвовОРГРЭС), Метленко Т.П. (ДонОРГРЭС), Бескакотов А.В. (НИИЭ).