Байниязов Б.А.¹, Сарсембиева Э.К.²

**Анализ быстродействия и селективности защит подстанций 110-35/10 кВ
сельскохозяйственного назначения**

¹Казахский агротехнический университет им. С.Сейфуллина
(Казахстан, Нур-Султан)

²Казахский национальный аграрный университет
(Казахстан, Алматы)

doi: 10.18411/lj-10-2019-03

ids: lj-10-2019-03

Аннотация

В статье рассматривается один из основных и актуальных вопросов релейной защиты – быстродействие защиты. Анализируется взаимосвязь скорости действия и селективности защит на сельских трансформаторных подстанциях 110-35/10 кВ. Показана противоречивость требований, предъявляемых одновременно. Раскрыт вопрос снижения выдержки времени максимальных токовых защит без ущерба требованиям селективности.

Ключевые слова: короткое замыкание, селективность, трансформаторная подстанция, резервная защита, быстродействие

Abstract

The article deals with one of the main and topical issues of relay protection - the speed of protection. The interrelation of speed of action and selectivity of protections on rural transformer substations of 110-35 / 10 kV is analyzed. The inconsistency of the requirements shown at the same time is shown. The question of reducing the time delay of maximum current protections without compromising the requirement of selectivity is disclosed.

Keywords: short circuit, selectivity, transformer substation, backup protection, speed

Одним из важных требований, предъявляемых к релейной защите является быстрота действия. Согласно этому требованию защита должна обеспечивать наименьшее возможное время отключения коротких замыканий. Быстрое отключение короткого замыкания не только ограничивает область и степень повреждения, но и обеспечивает сохранение бесперебойной работы неповрежденных элементов системы электроснабжения [1, 2, 3].

На сельских трансформаторных подстанциях 110-35/10 кВ могут устанавливаться быстродействующие защиты [4], это токовая отсечка и продольная дифференциальная защита, но они в анализ не вошли, так как обладают абсолютной селективностью и не действуют при внешних коротких замыканиях.

Проблема скорости действия возникает при выборе выдержек времени максимальных токовых защит, которые используются на подстанциях 110-35/10 кВ как в качестве основных, так и резервных защит.

Для обеспечения селективности действия, выдержки времени максимальных токовых защит выбираются по ступенчатому принципу, согласно которому выдержка времени последующей защиты должна быть на ступень селективности больше предыдущей, т.е.:

$$t_{с.з.} = t_{с.з.пред} + \Delta t \quad (1)$$

Ступень селективности включает в себя следующие временные параметры:

$$\Delta t = t_{п.пред} + t_{п.пос} + t_{в.пред} + t_{п.пос} + t_{зап}, \quad (2)$$

где $t_{п.пред}$ и $t_{п.пос}$ – погрешности реле времени предыдущей и последующей защит;

$t_{в.пред}$ – собственное время отключения выключателя предыдущей защиты;

$t_{п.пос}$ – время инерционной ошибки при использовании индукционных реле тока;

$t_{\text{зап}}$ – время запаса.

Для применяемых в эксплуатации реле и выключателей ступень селективности колеблется у защит с независимой характеристикой в пределах 0,35 – 0,6 с, а у защит с зависимой и ограниченно-зависимой характеристикой может достигать 0,6 – 1 с [1, 2, 5].

При определении выдержек времени защит необходимо также учитывать, в зависимости от типа применяемых реле в предыдущей и последующей защитах, при каких токах должна быть обеспечена требуемая ступень селективности. В связи с этим, если обе согласуемые защиты выполнены на реле с независимой характеристикой, то и ступень селективности принимается независимо от тока, так как их выдержка времени обеспечивается отдельными реле времени.

Если защиты выполнены на реле с зависимой или ограниченно-зависимой характеристикой, примером такого сочетания являются защиты отходящей линии и ввода 10 кВ (см. рисунок 1). В этом случае селективность должна быть обеспечена при максимальном токе к.з., при котором работают обе защиты, т.е. при коротком замыкании на шинах 10 кВ (точка K2). Такое сочетание является приемлемым, так как характеристики идут параллельно, обеспечивая снижение выдержки времени при максимальном токе к.з. На рисунке 1 «б» это первая и вторая характеристики.

Неприемлемым является вариант сочетания согласуемых защит, когда предыдущая защита выполнена на реле с зависимой или ограниченно-зависимой характеристикой, а последующая с независимой. Это относится к защитах, установленным на вводах низкого и высокого напряжения подстанций 110-35/10 кВ. В этом случае ступень селективности должна быть обеспечена при токе срабатывания защиты ввода высокого напряжения, так как характеристики реле сближаются именно при этом токе. Таким образом, выдержка времени защиты ввода 110-35 кВ зависит от величины ее тока срабатывания. Чем больше ток срабатывания, тем меньше выдержка времени.

Рисунок 1 – Согласование характеристик максимальных защит подстанции

На рисунке 1 «б» это вторая и третья характеристики. Снизить время срабатывания защиты можно путем увеличения тока срабатывания защиты. Однако это

сделать не всегда допустимо по условию обеспечения требуемой чувствительности защиты. Можно максимально загрузить ток срабатывания защиты и снизить ее выдержку времени при отстройке ее по условию обеспечения нормируемой чувствительности [6]:

$$I_{с.з.} = \frac{I_{к.мин}^{(2)}}{K_{\chi}}, \quad (3)$$

где $I_{к.мин}^{(2)}$ – минимальный двухфазный ток короткого замыкания, по которому проверяется чувствительность; В данном случае это минимальный двухфазный ток короткого замыкания на шинах 10 кВ.

K_{χ} – коэффициент чувствительности, который должен быть не менее 1,5.

На основании вышеизложенного следует, что быстрота действия и селективность для существующих максимальных токовых защит являются противоречивыми требованиями, которые выполнить одновременно невозможно.

Проведенный анализ быстродействия и селективности показал, что вопрос снижения выдержки времени максимальных токовых защит является актуальным и решаться он должен без ущерба требованиям селективности.

1. Мельников М.А. Релейная защита и автоматика элементов систем электроснабжения промышленных предприятий: учебное пособие / М.А. Мельников; Томский политехнический университет. - Томск: Изд-во ТПУ, 2008. - 218 с.
2. Чернобровов Н.В. Релейная защита энергетических систем: Учеб. пособие для техникумов/ Н.В. Чернобровов, В.А. Семенов. – М.: Энергоатомиздат, 1998. – 800 с.
3. Алферова, Т.В. Надежность электроснабжения потребителей агропромышленного комплекса: учеб. пособие / Т. В. Алферова, О. Ю. Пухальская, А. А. Алферов; М-во образования Респ. Беларусь, Гомел. гос. техн. ун-т им. П. О. Сухого. – Гомель: ГГТУ им. П. О. Сухого, 2017. –112 с.
4. Сарсембиева Э.К., Байниязов Б.А. анализ устройств и способов защит подстанций 110-35/10 кВ сельскохозяйственного назначения // Вестник науки и образования. № 19 (73). – Иваново, Изд. «Проблемы науки», 2019
5. Правила устройства электроустановок РК. – Министерство энергетики РК, 2015 г.
6. Федосеев А.М. Релейная защита электроэнергетических систем: Учеб. для вузов. – 2-е изд., перераб. и доп/ А.М. Федосеев, М.А. Федосеев – М.: Энергоатомиздат, 1992. – 528 с.

Ботвин Г.В, Петрова Т.Н., Петухова Е.С.

Физико-механические свойства ископаемого костного материала и методы их исследования

*ФГБУН Федеральный исследовательский центр «Якутский научный центр Сибирского отделения Российской академии наук»
(Россия, Якутск)*

doi: 10.18411/lj-10-2019-04

idsp: ljjournal-10-2019-04

Аннотация

В статье выполнен литературный обзор в области физико-механических свойств и структуры ископаемой мамонтовой кости (ИМК). Выполнено сравнение ИМК и современной слоновой кости. Показано, что ИМК не подвержена протеканию процесса окремнения, что позволяет костным тканям сохранять свои механические и эстетические свойства. Обзор показал, что для исследования физико-механических свойств окаменелых костных остатков применяются методики, аналогичные методикам исследования свойств других материалов.