

О ПРИМЕНЕНИИ КАБЕЛЕЙ С ИЗОЛЯЦИЕЙ ИЗ СШИТОГО ПОЛИЭТИЛЕНА

Емельянов Н. И., Сарин Л. И., Хлопова А.Ю. (ООО «ПНП Болид», г. Новосибирск)

Повсеместное внедрение в электрических сетях среднего напряжения кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (КПИ) является реальной тенденцией развития мирового энергетического хозяйства, к которой Россия и страны ближнего зарубежья примкнули относительно недавно, буквально несколько лет назад. Однако скорость вхождения в это направление так велика (можно сказать, «революционна»), что на сегодняшний день на рынке электротехнической продукции КПИ преобладают, причем как отечественного, так и зарубежного производства. Таким образом, и у заказчиков, и у проектировщиков имеется большой выбор как типов кабелей, так и поставщиков с их различной ценовой политикой.

Технические аспекты применения КПИ неоднократно рассматривались в литературе [1, 2], наиболее детально, на наш взгляд, проблемы использования КПИ рассмотрены в [2], там же и обозначены пути решения возникающих проблем. Настоящая работа ставит своей целью еще раз подчеркнуть аспекты, требующие безотлагательного решения. Промедление решения этих проблем при таком бурном внедрении КПИ может привести к значительному росту аварийности и экономическим ущербам.

Известно, что надежность любого объекта закладывается на стадии проектирования. Возможности эксплуатации – максимально приблизиться к показателям надежности, заложенным при проектировании. Рассмотрим некоторые задачи, решаемые при проектировании.

Выбор номинального напряжения кабеля

Следует отметить, что в существующей отечественной литературе, да и в большинстве зарубежных источников, такой вопрос как таковой, отсутствует вообще. Видимо, полагается очевидным, что номинальное напряжение кабеля, обозначенное заводом-изготовителем, должно соответствовать номинальному напряжению сети. А вот международный стандарт IEC 60502-2 [3] начинает свою содержательную часть с этого вопроса. Выбор номинального напряжения кабеля тесно увязывается с режимом нейтрали, а именно с длительностью существования режима однофазного замыкания на землю. При этом все сети делятся на три категории (А, В, С) в зависимости от допустимой длительности существования режима однофазного замыкания:

- категория А: эта категория включает те системы, в которых любой фазный проводник, который приходит в соприкосновение с землей или с заземленным проводником, отключается от питающей системы за время менее одной минуты;
- - категория В: эта категория включает те системы, которые в течение короткого времени могут эксплуатироваться с одной заземленной фазой. Согласно IEC 60183, 1984, это время не должно превышать одного часа. Для кабеля, подпадающего под этот стандарт, может допускаться и более длительный период, в любом случае не превышающий, однако, восьми часов. Полная продолжительность замыканий за год не должна превышать 125 часов;
- - категория С: эта категория включает все системы, которые не относятся к категориям А и В.

В таблице 1 приведены рекомендованные номинальные напряжения U.

Таблица 1

Номинальное напряжение сети, кВ	Максимальное длительное напряжение, кВ	Рекомендуемое номинальное напряжение, U, кВ	
		для сетей категорий А и В	для сетей категории С
6	7,2	6	10
10	12	10	15
15	17,5	15	20
20	24	20	30
30	36	30	-
35	42	35	-

Комментируя вышеизложенное, можно отметить:

- номинальное напряжение кабеля соответствует номинальному напряжению сети только в случае ограничения времени существования режима однофазного замыкания, т.е. в случае оснащения сети защитой от замыкания на землю, действующей на отключение поврежденного фидера;
- при отсутствии защиты, отключающей поврежденный фидер при замыкании на землю, номинальное напряжение кабеля должно быть на ступень выше номинального напряжения сети.

Таким образом может быть обеспечен заявленный изготовителем ресурс кабеля, т.е. гарантированный срок службы. Принимая во внимание то обстоятельство, что подавляющее большинство распределительных сетей, а также сетей промпредприятий допускает длительное существование режима однофазного замыкания на землю, следует иметь в виду, что сети эти попадают под категорию С международного стандарта и кабели (КПИ), применяемые в этих сетях, должны выбираться с уровнем изоляции выше, чем номинальное напряжение сети. Как альтернативный вариант, должен решаться вопрос о переводе сети в другую категорию, т.е. об организации релейной защиты от замыканий на землю, действующей на отключение.

Следует также отметить, что шкала номинальных напряжений сетей класса 6-35 кВ, используемая в стандарте IEC (6, 10, 15, 20, 30, 35 кВ) имеет две лишние, по сравнению с отечественной (6, 10, 20, 35 кВ) ступени. Большинство отечественных заводов ограничивает номенклатуру выпускаемых кабелей рядом номинальных напряжений 6, 10, 35 кВ. Таким образом, рекомендации стандарта IEC на отечественном поле могут быть выполнены при ограниченном количестве поставщиков, выпускающих полную номенклатуру кабелей на все напряжения.

Сети 35 кВ, в соответствии со стандартом IEC, вообще не попадают в категорию С, т.е. однофазное замыкание на землю в таких сетях должно безусловно отключаться.

Прочие задачи проектирования

Не принципиальным, но достаточно важным обстоятельством для проектировщиков является единая система обозначения марок кабелей. В этом плане следует отменить, что даже, казалось бы, при одинаковых принятых принципах обозначения (Камкабель, «АВВ Москабель», ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод) встречаются разночтения в рекомендациях по применению тех или иных марок кабеля. Что касается кабелей зарубежного производства (например, Nexans), так там вообще заложены иные принципы в обозначении марок кабелей. Это создает определенные неудобства и требует больших затрат времени для выбора кабеля и поставщика.

Испытания кабелей повышенным напряжением

Как уже отмечалось [2], нормативные требования к испытаниям кабелей повышенным напряжением очень разнятся, зачастую вступая в противоречие. В таблице 2 приведены данные, регламентирующие необходимость проведения испытаний на различных этапах:

п – при вводе в эксплуатацию новых линий и линий, прошедших восстановительный и капитальный ремонт;

к – после капитальных ремонтов, производившихся эксплуатирующей организацией;

м – межремонтные испытания.

Таблица 2

№	Организация, регламентирующая испытания	П	К	М
1	Укрэнерго, «Южкабель», ИЭД академии наук Украины	+	+	+
2	Стандарт «Белэнерго»	+	+	+
3	ОАО «Московская городская электросетевая компания»	+	+	-
4	ОАО «Кольчугинский завод «Элекрокабель» »	+	+	РД 34.45-51 300-97
5	Nexans			
6	Стандарт МЭК IEC 60502-2	+		-
7	ТУ 3530-001-42747015-2005 «АВВ Москабель» Инструкция по эксплуатации РАО ЕЭС, ОРГРЭС	+	+	+

Как следует из приведенной таблицы, отсутствует однозначность в проведении испытаний в межремонтные сроки. Стандарт МЭК, которому следуют №3, 5 – исключает испытания, остальные документы предписывают эти испытания, определяя их периодичность (раз в три года), или вообще умалчивая об этом.

Что касается величин испытательных напряжений, форм кривой напряжения и их длительности, то здесь наблюдается такая палитра, такой размах диапазона (от кратности 2,6 по отношению к амплитуде рабочего напряжения [4] до кратности 6,1 [5], причем последняя цифра относится к испытанию постоянным напряжением. Это испытание допускается стандартом МЭК, но не рекомендуется. Стандарт МЭК предусматривает однозначно отсутствие всяких испытаний повышенным напряжением в межремонтные сроки, а при вводе в эксплуатацию рекомендует испытывать либо линейным напряжением в течение 15 минут, либо обычным рабочим (фазным) в течение 24 часов.

Выводы

1. Отсутствие нормативно-технических документов по выбору и эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена при большом разнообразии этой продукции на рынке может привести к ошибкам при принятии проектных решений и, в дальнейшем, к повышенной аварийности в сетях 6-35 кВ.
2. Выбор номинального напряжения кабеля должен увязываться с режимом нейтрали и, соответственно, с длительностью существования режима однофазного замыкания на землю.
3. Отсутствие единых норм испытаний повышенным напряжением кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена может привести к сокращению ресурса при чрезмерных уровнях испытательных напряжений.

Литературные источники

1. Методика проведения испытаний и определения мест повреждения кабельных линий с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10-20 кВ. / Журнал «Кабель-News», №10, 2007
2. Лавров Ю. А. Кабели 6-35 кВ с пластмассовой изоляцией: факторы эксплуатационной надежности. /Новости электротехники, №6, 2006
3. Руководящий технический материал по сооружению, испытаниям и эксплуатации кабельных линий с использованием кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение от 6 до 35 кв. / «Майдан», г.Харьков, 2007
4. Международный стандарт IEC 60502-2. Силовые кабели с экструдированной и арматура на номинальное напряжение от 1 кВ ($U_m=1,2$ кВ) до 30 кВ ($U_m=36$ кВ). /Часть 2.
5. Методические рекомендации по монтажу и эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6, 10 кВ./ Стандарт «Белэнерго» СТП 09110.47.202-06. ГПО «Белэнерго», Минск, 2006.
6. Инструкция по эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на переменное напряжение 10, 20, 35 кВ./ Издание 1. ОАО «Электрокабель» Кольчугинский завод, 2006.
7. Инструкция по эксплуатации кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 10 кВ. /ИЭ-1-К10, АВВ Москабель фирма ОРГРЭС, АООТ «ВНИИКП», Москва, 1997.
8. Кабели силовые с изоляцией из пероксидносшиваемого полиэтилена на напряжение 6, 10, 15, 20 и 35 кВ. / ТУ 3530-001-427470-15-2005.
9. Рекомендации по выбору кабелей на напряжение 10 кВ с изоляцией из сшитого полиэтилена и арматуры к ним/ «Камкабель», Пермь, 2007
10. Инструкция по применению силовых кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена на напряжение 6-35 кВ. /Nexans/6-35.04
11. Лавров Ю. А. Особенности проектирования и эксплуатации, /Новости электротехники, №1, 2007