

УДК 574.24, 621.315.2

ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ПОДВОДНЫХ ВЫСОКОВОЛЬТНЫХ КАБЕЛЬНЫХ ЛИНИЙ

Ф.С. Непша, ст. преподаватель кафедры ЭГиПП
Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева
г. Кемерово

В процессе развития электрических сетей, часто приходится прокладывать линии электрической связи через различные виды водоемов: океаны, моря, реки, озера и др. При этом переход через водоем может быть выполнен в различном исполнении: в виде кабельной (КЛ) или воздушной (ВЛ) линии электропередач. В процессе исследований [1], ученые пришли к выводу, что ВЛ и КЛ проложенные через водоемы оказывают негативное воздействие на их флору и фауну. При этом было установлено, что наиболее вредное воздействие оказывают ВЛЭП. Также была проведена оценка негативного влияния подводных КЛ на экосистему водоемов с целью формирования единых подходов к проектированию КЛ с экологической точки зрения.

Негативное влияние подводных КЛ на экосистему водоемов заключается в следующем:

- механическое воздействие, обусловленное формированием взвесей в воде и изменением ее состава в период выполнения работ по прокладке кабеля;
- электромагнитное воздействие, обусловленное влиянием электромагнитного поля кабеля на океанскую флору и фауну;

Механическое воздействие может быть ограничено путем соблюдения правил по прокладке КЛ и согласования сроков выполнения работ со временем миграции ихтиофауны. Электромагнитное воздействие заключается в превышении допустимых значений напряженности электрических и магнитных полей вблизи КЛ. При этом у окружающей фауны может возникнуть реакция отпугивания или реакция иммобилизации. Реакция отпугивания может стать искусственным препятствием для миграции рыб и отрицательно сказаться на популяции отдельных видов. В случае достижения порога иммобилизации у рыб нарушается функционирование костно-мышечной системы, что может стать причиной их смерти или сокращения срока жизни. Ограничение электромагнитного воздействия КЛ на экосистему может быть реализовано на стадии проектирования за счет правильного выбора конструкции и способа прокладки КЛ.

Поэтому уже на стадии проектирования производится оценка воздействия проектируемой КЛ на жизненные показатели окружающей ихтиофауны (анализ электромагнитной совместимости). При необходимости разрабатываются соответствующие мероприятия по обеспечению ее нормальной жизнедеятельности.

При этом задача анализа электромагнитной совместимости (ЭМС) подводных КЛ с фауной делится на две подзадачи:

- исследование напряженности электромагнитного поля (ЭМП) вблизи проектируемой подводной КЛ;
- сравнение полученных значений напряженности ЭМП с пороговыми значениями реакций тех видов ихтиофауны, которые обитают в водоеме.

Такие исследования выполнялись учеными Новосибирского государственного технического университета (НГТУ), в результате которых были установлены соответствующие пороги возбуждения и иммобилизации для рыб, обитающих в водоемах Сибири.

В результате исследований установлено, что при проектировании подводных КЛ следует ориентироваться на пороговое значение реакции возбуждения. Поведение рыб, попавших в зону равенства плотности продольного тока порогу возбуждения, зависит от характера изменения плотности тока в радиальном направлении: если плотность тока уменьшается резко, то возникает реакция отпугивания и рыба уплывает из опасной зоны. Если же плотность тока снижается медленно, то рыба приближается к кабелю и достигает зоны иммобилизации, что приводит к её гибели. Но и отпугивание рыбы может привести к нежелательным последствиям. Например, во время миграции или нереста нарушаются жизненные циклы отдельных видов рыб, что снижает их популяцию и в конечном итоге может привести к исчезновению вида. В особенности это касается промысловых видов ихтиофауны.

В настоящее время подводные КЛ проектируются, как правило, на основе кабелей с изоляцией из сшитого полиэтилена (СПЭ). Маслонаполненные кабели постепенно уступают им место. При этом в процессе проектирования рассматриваются кабели однофазного и трехфазного исполнения.

Кабели из СПЭ подводного исполнения выполняются в броне для защиты от значительных механических нагрузок.

В зависимости от свойств грунта водоема и интенсивности судоходства пересекаемого КЛ водоема, можно прокладывать кабельные линии однофазного исполнения двумя способами: на дне водоема или в траншее в дне водоема.

Результаты исследований [1] показали, что электромагнитная совместимость фауны с КЛ однофазного исполнения зависит от следующих факторов:

- конструктивного исполнения кабеля с изоляцией из СПЭ (материал из которого выполнены экран и броня кабеля);
- мощности, передаваемой по КЛ;
- способа прокладки КЛ (на дне водоема или в траншее);
- удельной проводимости водоема;
- видового состава фауны водоема.
- значений пороговой чувствительности ЭМП рыбами.

Напряженность ЭМП в водной среде при свободной прокладке фаз превышает напряженность при прокладке КЛ в траншее на дне водоема. Таким образом, на стадии проектирования подводной КЛ однофазного исполнения необходимо выполнять следующие операции:

- выдвигать соответствующие требования к конструкции КЛ;
- определять способ прокладки кабелей;
- формировать рекомендации по снижению нагрузки КЛ в период нереста ихтиофауны

В однофазном исполнении в настоящее время выполняются кабели напряжением 6-500 кВ.

В настоящее время налажено производство подводных кабельных линий 6–35 кВ трехфазного исполнения с изоляцией из сшитого полиэтилена. Трехфазная КЛ с изоляцией из СПЭ представляет собой симметричную конструкцию с треугольным расположением экранированных фаз в одной металлической оболочке из стальных проволок.

Проведённые исследования [2] показывают, что плотность продольного тока в водоеме в непосредственной близости от проложенного кабеля значительно ниже пороговых значений для самых чувствительных представителей ихтиофауны. При удалении же от кабеля плотность продольного тока практически равна нулю.

Таким образом, КЛ трехфазного исполнения является оптимальной конструкцией с точки зрения минимизации воздействия ЭМП на ихтиофауну водоема. При прокладке кабеля в таком исполнении нет необходимости выдвигать довольно жесткие требования к способу прокладки кабельной линии (например, погружать кабель в траншею, что не всегда возможно, в особенности при значительной глубине водоема). Это обусловлено тем, что в конструкции подводного кабеля трехфазного исполнения каждая токопроводящая жила заключена в металлический экран и все три жилы помещены в общую оболочку (броню) из стали.

Заключение

1. При проектировании подводных высоковольтных КЛ необходимо обращать внимание на их ЭМС с ихтиофауной водоема. При этом свободная прокладка подводных КЛ однофазного исполнения нежелательна и требует специальных мер по обеспечению ЭМС. Приемлемая электромагнитная обстановка обеспечивается прокладкой КЛ треугольником в траншее на дне водоема. Однако такой способ значительно дороже и не всегда осуществим. Также он может оказать негативное механическое воздействие на флору и фауну водоема в процессе прокладки КЛ.

2. КЛ трехфазного исполнения являются наиболее безопасными для фауны водоемов. Тем не менее, в настоящее время в трехфазном исполнении реализуются только КЛ 6-35 кВ.

3. Применение подводных трехфазных КЛ обеспечивает безопасность для ихтиофауны, однако при этом следует особое внимание выделять

технико-экономическому расчету. Это связано с тем, что для трехфазной КЛ необходимо выполнять прокладку резервного трехфазного кабеля, тогда как для однофазной КЛ достаточно проложить один резервный кабель однофазного исполнения.

4. При проектировании подводных КЛ необходимо применять системный подход, т.е. на стадии проектирования КЛ одновременно учитывать экономичность, эксплуатационную надежность и экологическую совместимость КЛ с ихтиофауной.

Список литературы:

1. Кадомская К.П., Меньшикова Е.С. Подводные кабельные линии: Экологические аспекты проектирования // Новости электротехники. – 2006. – № 4(40).
2. Кадомская К.П., Кандаков С.А., Лавров Ю.А. Влияние конструкции кабельных линий подводного исполнения на биосферу пересекаемых водоемов // Электричество. – 2005. – № 12. – С. 23–27.
3. Протасов В.Р., Бондарчук А.И., Ольшанский В.М. Введение в электроэкологию. – М.: Наука. –1982. – 335 с.