

ПРОТЕКТОРНЫЙ СПОСОБ ЗАЩИТЫ И УСИЛЕНИЯ СТАРЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ФУНДАМЕНТОВ, СВАЙ И СТОЕК ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Ботин Г.П., Веснин Ю.П., Попонин С.А., Тарасов А.Г.

Рассмотрены существующие методы ремонта железобетонных фундаментов металлических опор «старых» воздушных линий электропередачи (ВЛ). Показано, что применение косметического или опалубочного методов ремонта позволяют лишь защитить от коррозии бетон и арматуру, но не могут усилить механическую прочность разрушенных фундаментов и, следовательно, не могут существенно продлить срок службы опор ВЛ.

В настоящее время проблема ремонта железобетонных фундаментов металлических опор ВЛ стала весьма актуальной из-за того, что большая часть линий электропередачи перешла за нормативный срок службы. В таких условиях надёжность электроснабжения потребителей напрямую стала зависеть от степени старения и коррозии электросетевых конструкций и способов продления срока их службы за нормируемые пределы.

В соответствии с п. 6.12 СНиП 2.03.01-84* при снижении прочности бетона на 20 % требуется усиление железобетонной конструкции, а в соответствии с п. 6.25, того же СНиП, для целей усиления железобетонных конструкции, находящихся в эксплуатации, прочность или сечение оставшегося старого бетона или поврежденной из-за коррозии арматуры можно не учитывать, когда они уменьшаются на 50 % и более.

С 1987 года известен способ защиты еще не разрушенных фундаментов от вредного влияния среды по авторскому свидетельству № 1314743 [1], заключающийся в стабилизации температурно-влажностных условий в грунте вокруг фундаментов путем создания на поверхности грунта воздухонепроницаемого экрана. Однако этот способ не пригоден для железобетонных изделий, эксплуатационные характеристики которых уже снизились из-за частичного разрушения бетона или арматуры, так как этот способ не восстанавливает потерянные механические характеристики, а только защищает конструкцию от дальнейшего разрушения.

Кроме того, широко известен способ ремонта фундаментов путем создания вокруг его разрушенной части бетонного бандажа высотой 0,2-0,5 м [2]. Срок службы такого бандажа на основании эксплуатационной практики обычно составляет не более 2-5 лет [3]. Низкий срок службы такого ремонта вызван тем, что изготовленный бетонный бандаж не может противостоять растягивающим нагрузкам, возникающим в период эксплуатации из-за коррозии бетона и арматуры. Кроме того, недостатком такого ремонта является то, что, адгезия нового бетона к старому слабая. Вследствие чего в контактный слой между старым и новым бетоном попадает влага, которая при замораживании создает внутренние напряжения в бетоне, приводящие к разрушению бандажа. Аналогичному разрушению бандажа способствует также насыщение грунтовой влаги в поры бетона.

Применение армированного бетонного бандажа для ремонта фундамента, с установкой на его четырех углах металлических уголков и приваркой к ним в виде решетки горизонтальных металлических стержней, усиливает механические характеристики фундаментов, но удорожает и усложняет ремонт, делает его малопроизводительным. Применяемый в этом случае для ремонтной оболочки бетон (поверх обрешетки) выполняет только функцию защи-

ты этого армирования от коррозии и сам подвержен тем же разрушающим воздействиям, что и основной бетон.

Существуют и более сложные способы опалубочного ремонта [3, 4], с применением многоразовой металлической опалубки, специальных бетонов серии «ЭМАКО», армированием бетона ремонтного состава стержневой арматурой или арматурной сеткой, специальной обработкой поверхности старого бетона адгезионными обмазками, наложением внешнего защитного гидроизолирующего покрытия и т.д. Эти способы наряду с высокой стоимостью ремонта всё равно полностью не восстанавливают несущую способность ремонтируемой конструкции и незначительно продляют срок её службы (до 5-7 лет).

Протекторный способ ремонта *старых* железобетонных конструкций [5] позволяет наряду с улучшением механических характеристик ремонтируемых объектов существенно повысить их устойчивость к внешним воздействиям и продлить на требуемый срок их долговечность. Эта цель достигается путем создания вокруг железобетонной конструкции прочной, герметичной и долговечной цилиндрической защитной оболочки. Поставленная задача решается в этом методе благодаря тому, что с помощью ультразвуковых, вибрационных или других неразрушающих измерений на железобетонных конструкциях, находящихся в эксплуатации, определяется степень их дефектности по критериям СНиП 2.03.01-84*. На основании этих же измерений рассчитывается высота подземной зоны железобетонной конструкции, подлежащая защите. По методике электрохимического теста [6] и прогнозным кривым для стали [7] осуществляется оценка опасности коррозии защитной оболочки и выбор дополнительной толщины её стенки для требуемого срока службы фундамента, которая прибавляется к толщине стенки, рассчитанной по условиям механической прочности. С применением формулы Улига [8] рассчитывается коэффициент усиления скорости коррозии стали, находящейся в гальваническом контакте с арматурой железобетонной конструкции и размеры защитного протектора, который предназначен для восприятия коррозионного тока макропары, катодом в которой является арматура защищаемой железобетонной конструкции. На опоре воздушной линии, вокруг дефектного фундамента производится откопка грунта на расчётную глубину зоны защиты. Откопанный фундамент очищается от остатков грунта и отслоившегося бетона. При необходимости поверхность откопанного фундамента промывается водой. Фундамент заключается в два полуцилиндра, подготовленных для данного фундамента. После установки полуцилиндры герметично свариваются между собой, образуя цилиндрическую защитную оболочку, коаксиально расположенную относительно фундамента. К верхней части оболочки приваривается заземляющий спуск от металлической части опоры. Пространство между фундаментом и защитной оболочкой заполняется приготовленным ремонтным составом, в верхней части которого размещается герметизирующий слой. В качестве герметизирующего слоя могут использоваться специальные герметики или специальные водонепроницаемые бетоны. На внешнюю боковую поверхность защитной оболочки в надземной её части наносится антикоррозионное протекторное покрытие. Остальная часть защитной оболочки, расположенная в грунте, будет являться заземлителем опоры. Применение прочной защитной оболочки позволяет повысить несущую способность фундамента в 1,5 – 2 раза и защитить его от дальнейшего механического разрушения. Использование герметичной защитной оболочки и герметизирующего слоя позволяет устранить фильтрацию грунтовой влаги через бетон, а, следовательно, ограничить накопление агрессивных солей внутри бетона и тем самым снизить вероятность коррозии бетона и арматуры.

Комплекс используемых в протекторном методе ремонта мер, включающих регулирование долговечности защитой оболочки, использование долговечных материалов для антикоррозионного покрытия внешней поверхности оболочки и долговечного гидроизолирующего слоя, позволяют восстановить технические характеристики железобетонных конструкций на срок от 30 до 50 лет. Использование подземной части защитной оболочки в качестве заземлителя приводит к снижению сопротивления растеканию тока с фундамента опоры на 50-70%, что благоприятно отражается на грозоупорности воздушной линии электропередачи или безопасности на территории подстанции.

Широкое использование протекторного метода ремонта может позволить с высокой эффективностью и заданной долговечностью производить усиление и защиту от вредного влияния окружающей среды дефектных и аварийных железобетонных конструкций подстанций и опор ВЛ. Его применение способно существенно продлить физический срок службы действующих электроэнергетических объектов, особенно межсистемных ВЛ, так как их моральный срок службы пока не имеет ограничения.

Практически описанный способ ремонта в настоящее время уже осуществлён на фундаментах промежуточных опор ВЛ 500 кВ «Заря - Барнаул» МЭС Сибири ОАО «ФСК ЕЭС» и ВЛ 500 кВ «Киндери - ЗайГРЭС» Сетевой компании Республики Татарстан. Работоспособность описанного способа ремонта железобетонных конструкций при различных механических воздействиях и по морозостойкости проверены лабораторно на базе Сибирского НИИ энергетики, а также на опытных экземплярах отремонтированных фундаментов в реальных условиях.

ЛИТЕРАТУРА

[1] Способ защиты железобетонных фундаментов и установленных на них строительных конструкций от вредного воздействия среды. Авторское свидетельство № 1314743 СССР, Н01 R4/66 Демин Ю.В., Добжинский М.С., Тарасов А.Г., Репях Л.Н., Романов П.И., Зинкин А.А. Заявка № 3828996; приоритет изобретения 24.04.87. Зарегистрировано в Госуд. реестре изобретений СССР 1.02.1987г.

[2] Типовая инструкция по эксплуатации воздушных линий электропередачи напряжением 35- 800 кВ, РД 34.20.504-94.- М.: Изд-во НИЦ ЭНАС, 2003. – 200 с.: ил.

[3] Гунгер Ю.Р., Чернев В.Т., Белоусов М.А. Опыт применения локального восстановительного ремонта железобетонных фундаментов опор ВЛ 35-500 кВ. Вторая Российская научно-практическая конференция с международным участием: Линии электропередачи 2006: проектирование, строительство, опыт эксплуатации и научно-технический прогресс. Новосибирск, 5-9 июня 2006 г.

[4] Гунгер Ю.Р., Чернев В.Т. Способ ремонта железобетонных фундаментов опор линий электропередачи. Патент № 2305731. Заявка № 2006103248 от 06.02.2006 г.

[5] Веснин Ю.П., Тарасов А.Г., Репях Л.Н. Протекторный способ ремонта железобетонных конструкций электроустановок. «Энерго-инфо», № 3, 2008, с. 50-51.

[6] Тарасов А.Г. Способ определения коррозионного состояния металлических элементов анкерного узла оттяжек опор. Патент № 2299421, зарегистрирован 20.05.2007. Заявка № 2005119527 от 16.06.2005 г.

[7] Методические указания по контролю состояния заземляющих устройств электроустановок РД 153-34.0-20.525-00. Разработаны НГТУ, МЭИ, НПФ «ЭЛНАП», ОАО «ОРГРЭС». Утверждены Департаментом стратегии развития и научно-технической политики РАО «ЕЭС России» 07.05.2000. М.: Служба передового опыта ОРГРЭС, 2000. 64 с.

[8] Улиг Г.Г., Ревя Р.У. Коррозия и борьба с ней. Л.: Химия, 1989г.