**Несущая способность опорных конструкций контактной сети**

В своей статья я хочу затронуть тему, на прямую связанную со своей специальностью, а именно про опоры контактной сети. В наше время существует несколько видов опор контактной сети: деревянные, железобетонные и металлические. Поскольку деревянные опоры очень часто загнивают, от них решили отказаться и перевести их на железобетонные, но уже и от них решили отказаться и перевести всю контактную сеть на металлические опоры.

К наибольшему снижению прочности фундаментов и фундаментных частей опор приводят электрокоррозионные повреждения. При этом уменьшается сечение арматуры, раскалывается бетон, нарушается сцепление между арматурой и бетоном, т. е. снижаются прочностные свойства материалов и изменяется механика работы конструкций по сравнению с начальным состоянием их. Именно электрокоррозионные повреждения и приводили до сих пор к аварийным ситуациям. В дальнейшем объемы этих разрушений увеличатся. Поэтому вопросы диагностирования состояния и оценки работоспособности поврежденных фундаментов, принятие своевременных мер по их усилению и замене являются весьма актуальными.

Очень большие надежды возложены эксплуатационниками на разрабатываемые МИИТом и ВНИИЖТом методы обнаружения электрокоррозиошшх повреждений в подземной части опор и фундаментов без их откопки. Но, к сожалению, достаточно простых и надежных решений пока не получено. Поэтому распространено обследование состояния опор с откопкой их.

В этой ситуации нужно ясно представлять, как работают фундаменты и какое влияние на их прочность оказывают трещины и коррозия арматуры. В связи с этим рассмотрим принцип работы каждого типа применяемых фундаментов с имеющимися в них электрокоррозионными повреждениями и параллельно с этим оценим влияние других видов повреждений на прочность конструкций.

Другие виды повреждений, такие, как коррозия бетона, морозное разрушение его, менее опасны по сравнению с электрокоррозией. Происходящее при этом уменьшение бетонного сечения и снижение прочностных свойств его в наружных слоях можно нормировать аналогично тому, как это сделано применительно к надземной части опор. Глубина скорродированного сечения может составлять 5-7 мм, если при этом не происходит коррозии арматуры или ослабления сцепления ее с бетонам. Но чаще всего опоры в агрессивных средах выходят из строя не из-за коррозии бетона, а вследствие коррозии арматуры.

Если в зонах разрушения бетона отмечаются поперечные трещины, опоры следует заменять. В этом случае прочность, опор может оказаться меньше требуемой.

Почвенная коррозия арматуры в подземной части опор допустима в ограниченных пределах. Размеры коррозионного износа ее можно было бы принять такими же, как и в сечениях, опор надземной части, расположенных без условного обреза: фундаментов. Но, допуская эти повреждения, необходимо иметь обоснование того, что причиной их развития не являются токи стекания с рельсов.

Другие повреждения, такие, как выколы бетона, сетка трещин, в подземной части опор не появляются в процессе эксплуатации. Обнаруженные (при откопках) с такими повреждениями опоры подлежат замене. Возникнуть они могли только в стадии изготовления или монтажа и за время эксплуатации, безусловно, повлияли на сохранность арматуры.

Развитие этих же видов повреждений в стаканных фундаментах менее опасно, чем в фундаментных частях тонкостенных опор. Эти конструкции армированы ненапряженной арматурой и хрупкий излом их исключен. С учетом того что толщина стенок стаканных фундаментов больше, чем, например, у аналогичных им по конструкции двутавровых опор, коррозионные разрушения бетона в них можно допустить большими на 20-30%, чем в опорах. Менее жесткими могут быть и требования при ограничении коррозионных повреждений арматуры. В этих конструкциях, можно, допустить коррозионное уменьшение сечений арматуры на 20-25%, но при этом необходимо постоянно наблюдать за фундаментами и в случае появления в них поперечных трещин или других видимых признаков снижения несущей способности заменить. Если же осуществить наблюдение не удается, например, когда повреждения находятся в подземной части и требуется откопка фундаментов, в этих случаях приходится перестраховываться, часто переоценивая реальную опасность. В основном это относится к электрокоррозии.

Кроме электрокоррозионных разрушений, в стаканных фундаментах часто встречаются трещины механического происхождения в зоне стакана, возникающие от давления замерзающей воды, при набухании монтажных клиньев и других воздействиях.

Если в фундаменте продольные трещины имеются только на одной из боковых граней, что встречается наиболее часто, или расположены они в средней части стакана и не доходят до верха на 20-30 см, то растягивающие и сдвигающие усилия в поперечной арматуре, возникающие от внешней нагрузки, во много раз меньше, чем в ранее рассмотренном случае. При таких трещинах допустимую ширину раскрытия их можно увеличить до 1,2-1,5 мм.

Незначительно меняют механику работы фундаментов также продольные трещины "морозного" происхождения при расположении их в средней (по ширине) части стенок стаканов на передней и задней гранях фундаментов. Обычно в этих случаях возникает не более одной трещины. Но в то же время к большим растягивающим напряжениям в поперечной арматуре приводят трещины, возникающие от давления монтажных клиньев (при их набухании или рихтовке опоры). Особенно опасны эти трещины тогда, когда расположены на передней грани фундамента (со стороны пути). Чтобы ослабить напряженное состояние арматуры, в этом случае необходимо удалить монтажные клинья, а паз между опорой и стенками стакана заполнить цементно-песчаным раствором состава 1:3 на глубину не менее чем 25-30 см от обреза фундамента. Это создаст более равномерную передачу усилий с опоры на фундаменты и исключит возникновение напряжений от изгиба в стенках стакана от внешних нагрузок. При проведении таких работ опоры следует ставить на оттяжки.

К числу особо опасных трещин в двутавровых и трехлучевых фундаментах относятся трещины, возникающие по сопряжениям стенок с поясами или лучей между собой. Из-за отсутствия надлежащей анкеровки поперечной арматуры в сопрягаемых элементах фундаменты с такими трещинами подлежат замене.

Поперечные трещины в двутавровых стаканных фундаментах появляются при нагрузках, составляющих не менее чем 0,8-0,9 нормативных изгибающих моментов. При нормальной работе фундаментов они не должны обнаруживаться. Но принципиально допустить их можно при раскрытии в надземной части 0,3 мм и в подземной части 0,2 мм.

В трехлучевых стаканных фундаментах поперечные трещины должны появляться при меньшей нагрузке, чем у двутавровых, так как бетонное сечение растянутого пояса в них меньше. Но диаметр продольной рабочей арматуры в трехлучевых фундаментах подобран так, чтобы раскрытие трещины при нормативной нагрузке в этих конструкциях не превышало 0,2-0,3 мм.

Поперечные трещины в стаканных фундаментах обоих типов чаще всего появляются при нагрузках, превышающих нормативные.

Разрушение оголовков в стаканных фундаментах является распространенным повреждением. К сожалению, в практике этому явлению не придается должного внимания и редко принимаются меры к восстановлению их. В то же время ясно, что при разрушении оголовка нарушается герметизация стаканов фундаментов, в них попадает дождевая вода. Кроме того, разрушается цементно-песчаный раствор, заполняющий паз между опорой и стенками фундамента. Это в свою очередь приводит к ухудшению условий передачи механических нагрузок с опоры на фундамент. Поэтому оголовки и заполнения пазов раствором должны восстанавливаться. При этом сохранившиеся в отдельных случаях монтажные клинья следует удалить.

В блочных (призматических и ступенчатых) фундаментах консольных опор основным наиболее часто встречающимся видом повреждений является электрокоррозия анкерных болтов. Коррозионное разрушение бетона в них не представляет серьезной опасности. Разрушение поверхностного слоя на глубину К 20-25 мм может привести к снижению сечений лишь на 5-10%. Электрокоррозионные разрушения более опасны. При этом К уменьшается сечение анкерных болтов, откалываются углы фундаментов, нарушается сцепление анкерных болтов с бетоном. К Зона разрушения постепенно из подземной части перемещается вверх. Опыт эксплуатации показывает, что потеря несущей способности фундаментами происходит в результате исчерпания прочности бетона. Излом фундаментов чаще бывает в зоне максимальных изгибающих моментов, т. е. на глубине 0,5-0,8 м от поверхности грунта. При этом разрываются анкерные болты Вили приваренная к ним арматура. Место разрыва этих элементов не всегда совпадает с местом излома фундамента. Разрыв арматуры может произойти и на глубине 1,5-2 м от поверхности грунта. Но так как сцепление потеряно, анкерные болты и арматура выдергиваются из нижерасположенной части фундамента.

При электрокоррозии теряется сцепление только в зоне продольных трещин. В надземной части, где трещин нет, сцепление сохраняется и даже несколько увеличивается вследствие образования промежуточного слоя продуктов коррозии.

С учетом того что бетонные сечения определяют в условиях электрокоррозии арматуры прочность фундаментов в целом; необходимо было оценить их прочностные свойства и условия загружения по глубине.

К моменту откалывания углов фундаментов величина коррозионного уменьшения сечений арматурных стержней и анкерных болтов, как правило, не превышает 5-10% даже в пористых бетонах. При ширине раскрытия трещин до 1,5-2 мм степень уменьшения сечения болтов и приваренных к ним арматурных стержней, как показывают многочисленные обследования, не превышает 15-20%. Такой износ, можно вполне допустить, если обеспечено сцепление болтов с бетоном за зоной трещин, т. е. на концевых участках.

Поперечных трещин в призматических фундаментах, не имеющих коррозионных: поражений, обычно не появляется. Наличие их свидетельствует об ослаблении сечений. Фундаменты с такими повреждениями подлежат замене.

Местное коррозионное уменьшение сечения анкерных болтов в призматических фундаментах можно считать допустимым, если их износ, не превышает 25%.

В целом наибольшую опасность для призматических фундаментов консольных опор до сих пор представляли только электрокоррозионные повреждения. При развитии их происходит наибольшее снижение прочности конструкций.

У фундаментов станционных металлических опор основными повреждениями также являются электрокоррозионные. Растрескивание массивных ступенчатых фундаментов наиболее сильно происходит в зоне, расположенной выше обреза первой ступени. Трещины откалывают углы фундаментов по линиям, соединяющим анкерные болты между собой.

Если в каждом углу сечения фундамента размещено по четыре анкерных болта и все они подвергаются электрокоррозии, трещины могут соединить внутренние болты каждого угла между собой. В этом случае прочность сечений резко падает и допускать выключение из работы анкерных болтов уже нельзя. Возможно лишь частичное уменьшение сечений их (на 15-20% по сечению) при обеспечении анкерования в ступенчатой части. Это осуществляется, когда ширина трещин в призматической части ступенчатого фундамента не превышает 2-2,5 мм. При этом трещин в ступенчатой части не должно быть. Наличие продольных трещин в ступенчатой части или большее (чем указано) раскрытие их в призматической части фундамента можно принять в качестве критерия для выбраковки фундаментов.

Из числа других повреждений в ступенчатых фундаментах могут иметь место коррозионные и морозные разрушения бетона. Но эти повреждения из-за массивности конструкций не представляют опасности в такой степени, как у тонкостенных опор и фундаментов. К настоящему времени наибольшие морозные разрушения отмечаются только в массивных бетонных бутобетонных фундаментах, изготовленных с применением тощего цементного раствора. Такие разрушения встречаются не только в районах с суровыми климатическими условиями, но и в центральной части страны. Но эти повреждения не приводят к катастрофическим последствиям. При постепенном, довольно медленном снижении прочности бетона происходит смятие его под горизонтальными косынками, и опоры наклоняются. Это легко обнаруживается.

Фундаменты с большими морозными разрушениями бетона подлежат замене. Ремонт их целесообразен только в том случае, если глубина разрушенного слоя бетона не превышает толщины защитного слоя.

Поперечных трещин в массивных и блочных фундаментах быть не должно. В свайных фундаментах они могут появиться при расчетных нагрузках, но после снятия ветровых и гололедных нагрузок трещины должны закрыться. При обследовании этих фундаментов в нормальных эксплуатационных условиях трещин не должно быть видно. Обнаружение поперечных трещин в фундаментах станционных опор всех типов свидетельствует о снижении их эксплуатационных качеств и необходимости замены.

**Фелер Светлана Юрьевна, преподаватель**

**Юровский Захар Владимирович, обучающийся**

**Тайгинский институт железнодорожного транспорта - филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего образования «Омский государственный университет путей сообщения»**