
Методы и средства выявления и оценки размеров полостей за металлическими облицовками элементов гидротехнических сооружений



**Штенгель
Вячеслав
Гедалиевич**

Ведущий научный
сотрудник, к. т. н.

Есть проблема! Кто может ее решить?

В гидротехнических сооружениях многие конструктивные железобетонные элементы имеют металлические облицовки, или железобетон используется как опорный элемент для металлических конструкций из листового металла (напорные водоводы, водосбросы, спиральные камеры, пазовые конструкции затворов и др.). Практика эксплуатации показала, что контакт металла с бетонным основанием часто нарушается под воздействием различных факторов как в ходе строительства, так и в процессе эксплуатации.

По истечении определенного периода времени (в среднем 25 лет) процессы старения материалов и конструкций могут приобретать интенсивный характер с развитием дефектов бетонирования строительного периода. В частности, развиваются зоны отслоения металлических облицовок от бетонного основания. Расслоение металла и бетона приводит к образованию зазоров и заоблицовочных полостей и к возможному дальнейшему развитию их до значительных размеров в процессе эксплуатации конструкций и сооружений.

При этом усиливается коррозия металлических листов со стороны бетона (зафиксировано с помощью видеоэндоскопов), над полостями растут напряжения в металле. Это под воздействием водных потоков может привести к вибрации облицовок и к отрыву ослабленных участков облицовок. В связи с этим

усилится разрушение обнаженного бетона, а фрагменты вырванного металла могут повредить эксплуатируемое оборудование.

При простукивании зон отслоений звуковой отклик не различает степень отслоения — зазор небольшой толщины (до 0,5–1,0 мм, такие зазоры, в принципе, в ряде случаев могут самозалечиваться путем заполнения пространства продуктами коррозии металла и выщелачивания бетона) или большая полость. Реальную толщину зазора сложно замерить из-за развальцовки металла при выходе сверла из металла во время сверления контрольных отверстий, так как развальцованный металл может перекрыть зазор или его часть. Зазор в зоне сверления также может засоряться крошками бетона. Соотношение полостных и зазорных отслоений носит случайный характер и не определяется площадными размерами. В то же время сверлить большое количество контрольных отверстий с их последующей заделкой в ответственных конструкциях нежелательно.

Имеются методы и средства НК, которые в определенных условиях позволяют выявить и оценить площадные размеры некоторых отслоений и полостей (тепловые, виброакустические и др.). Однако в натурных условиях контроля они по разным причинам не нашли широкого применения.

Количество и размеры данного вида дефектов, выявленных в процессе обследований и ремонтов, свидетельствуют о необходимости разработки и внедрения инженерной методики, позволяющей своевременно выявлять эти дефекты и ликвидировать их на ранних этапах развития. Так, например, при ремонте участка сталежелезо-



Рис. 1. Водовод Саяно-Шушенской ГЭС. Одна из заоблицовочных полостей, не зацементированная в строительный период (объем инъецированного раствора более 1 м³)



Рис. 2. Выход воды из водозаполненной полости через контрольное отверстие в металлической облицовке сталежелезобетонного водовода Саяно-Шушенской ГЭС

бетонного водовода Саяно-Шушенской ГЭС в заоблицовочную полость было инъецировано более 5 м³ ремонтного раствора (рис. 1).

Полости обычно имеют неправильную форму как по границам, так и по толщине, в пределах общей полости могут быть локальные контактные зоны металла с бетоном или с заполнителем. Толщина зазора может быть переменной в пределах зоны отслоения. Полости могут быть пустотными или водозаполненными (рис. 2).

Имеются многочисленные примеры отрывов участков облицовки камер рабочих колес гидроагрегатов, участков металла сопрягающих поясов камер рабочих колес с опорными конусами (рис. 3), облицовок



Рис. 3. Каверна глубиной до 200 мм в штрабном бетоне за оторванной облицовкой сопрягающего пояса камеры рабочего колеса гидроагрегата с облицовкой опорного конуса



Рис. 4. Срыв участка облицовки водосброса (Саяно-Шушенская ГЭС)



Рис. 5. Срыв металлической облицовки водослива (головное сооружение Дзауджикауской ГЭС каскада Северо-Осетинских ГЭС)



Рис. 6. Вдутье металла над замороженными полостями облицовки водовода Саяно-Шушенской ГЭС



Рис. 7. Локальное выпучивание участка трубопровода из-за промерзания воды, скопившейся в заоблицовочной полости (трубопровод осушен и остановлен в зимнее время для ремонта оборудования)



Рис. 8. Металл пазовой конструкции: а — следы затиров выпуклых участков металлического покрытия скользящими деталями затвора; б — выпучивание облицовки пазовой конструкции затвора

бетонных конусов, облицовок водосбросов и водосливов (рис. 4, 5). Возможны изменения проектного профиля облицовок над водозаполненными полостями в случае их возможного промораживания (рис. 6, 7).

Большие проблемы могут возникнуть в пазовых конструкциях затворов в зонах потенциального промораживания облицованного бетона. При наличии в заоблицовочных полостях воды в процессе замерзания возможен выпор металла, что приведет к изменению геометрии пазов и, соответственно, к возможному перекосу и заклиниванию затворов в процессе эксплуатации (рис. 8).

Согласно СТО 17330282.27.140.017-2008 «Механическое оборудование гидротехнических сооружений ГЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования» требования к геометрическим параметрам конструкций очень жесткие:

- расстояние между наружной гранью резинового уплотнения и плоскостью катания рабочего колеса или плоскостью скольжения опорного полоза составляет $\pm 2,0$ мм;
- местные неровности на рабочих поверхностях путей колесных затворов в рабочей зоне — 1,0 мм, в нерабочей зоне — 3 мм, то же для скользящих затворов: в рабочей зоне — 0,1 мм, вне рабочей зоны — 1,0 мм.

Как видно из неполного перечня видов облицовок, общую задачу можно разбить на ряд частных, в зависимости от условий эксплуатации, толщины металла, допустимых площадей и конфигурации полостей; на-

личия ребер жесткости, элементов крепления металла и др., решения которых по потенциальному набору методов и средств дефектоскопии могут быть индивидуально специфическими и в данном запросе не анонсируются, чтобы не сбить с «истинного пути» разработчиков.

При анализе возможностей методов и средств дефектоскопии необходимо учесть, что толщина облицовки конкретных конструкций может быть различная: от 10 до 40 мм. В пределах полостей могут располагаться элементы крепления и ребра жесткости металлических элементов. Таким образом, выбранные методы и средства могут быть в той или иной степени эффективны для одних конструктивных элементов и неработоспособны для других, условно похожих.

Необходимо разработать методику с подбором соответствующих методов и средств выявления участков отслоения металла, оценки размеров этих участков, возможности и опасности разрушения облицовки, необходимости и возможности ремонта. В процессе работы необходимо оценить натурные возможности применения существующих методов и средств НК с их модернизацией и совершенствованием применительно к решению поставленной задачи в рабочих условиях эксплуатации сооружений.

Основные параметры и технические требования должны определяться для конкретных задач с учетом специфики эксплуатации конструктивных элементов, роли металлической облицовки в их надежной эксплуатации и параметров самой облицовки (толщина металла, относительно допустимые размеры полостей для безотказной эксплуатации облицовок, характер и скорость двусторонней коррозии металла, динамические нагрузки на облицовку и т. д.).

Необходимо отметить, что научно-технические разработки по решению данной проблемы или каких-либо актуальных частных задач поддерживаются ОАО «РусГидро».

Итак, есть проблема! Кто поможет ее устранить?