

ОСОБЕННОСТИ ОЦЕНКИ НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ ПРИЧАЛЬНЫХ СООРУЖЕНИЙ В ВИДЕ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ БОЛЬВЕРКОВ, ЭКСПЛУАТИРУЕМЫХ В МОРСКИХ ПОРТАХ УКРАИНЫ

А. А. Михайлов

(Одесская Государственная Академия Строительства и Архитектуры,
г. Одесса, Украина)

М. Б. Пойзнер, А. И. Гурин, Г. С. Джумаков

(ЧерноморНИИпроект, г. Одесса, Украина)

Практика портового строительства показывает, что не менее 50 % возводимых в мире гидротехнических сооружений выполняются из металлического шпунта. При этом в конструкциях причалов из шпунтовых профилей 70 % металлоемкости и 30 % стоимости приходится на долю лицевых стенок.

Анализ применяемых в морских торговых портах Украины (Черноморский, Азовский и Дунайский бассейны) показывает, что порядка 29 % длины причального фронта составляют конструкции, выполненные в виде больверков с лицевой стенкой из металлических элементов, в том числе 21 % – из металлического шпунта (прокатного или сварного) и около 8 % – из металлических труб (как правило, некондиционных).

Известно, что нормативный срок службы причальных сооружений типа больверков из металлических элементов составляет 43 года (при периодичности капитальных ремонтов 11 лет). В то же время порядка 15 % причального фронта украинских морских портов, выполненного в виде металлических больверков, имеет фактический срок эксплуатации, существенно превышающий нормативный, а у 25 % – срок службы близок к нормативному. Требуемая периодичность капремонтов, как правило, не выдерживается, в результате причалы эксплуатируются в состоянии, непригодном для нормальной эксплуатации. В связи с этим значительно возрастает необходимость оценки современного технического и деформативного состояний причальных сооружений с целью выявления фактических параметров их несущей способности.

Отметим, что металлические конструкции морских причальных сооружений эксплуатируются в неблагоприятных условиях. При средней агрессивности морской воды скорость коррозии металла может достигать 0,10...0,15 мм/год. При длительном сроке

эксплуатации сооружений и, что встречается довольно часто, недостаточной степени коррозионной защиты конструкций металлические элементы могут иметь значительный коррозионный износ (иногда до 25...30 % по площади сечения), что существенно сказывается на их несущей способности.

При проведении инженерного обследования больверков с лицевой стенкой из металлических элементов следует учитывать ряд характерных особенностей этих конструкций. Так, измеряют наклон и изгиб стенки по высоте, выявляют повреждения (изломы шпунтин или труб, пробоины, разрывы замков, щели), устанавливают техническое состояние защитных поясов, кожухов, антикоррозионных покрытий, а также состояние материала конструкций, проверяют надежность натяжения анкеров. Кроме того, осматривают дно перед сооружением – для выявления участков размыва дна или его заиления, наличия песка, щебня, «просыпающихся» через щели и разрывы. Особое внимание при обследовании сооружений из металлического шпунта (или труб) следует обращать на состояние замков, разрывы, а также на обрушение и вымывание засыпки из-за стенки через образовавшиеся отверстия.

Для определения напряженно-деформативного состояния металлических элементов измеряется прогиб лицевой стенки в плоскости, перпендикулярной линии кордона, в нескольких сечениях по длине сооружения. По полученным данным строят кривую изгиба (упругую линию); по величине деформации лицевой стенки можно определить усилия в ее элементах.

В результате обследований должны быть выявлены и определены степень механических повреждений металлоконструкций, виды и скорость коррозии металла, а также целостность защитных покрытий и работоспособность антикоррозионных устройств.

При инженерном обследовании производится отбор проб и образцов стали из сооружения – для определения ее химического состава, прочности, вида коррозии и остаточной толщины конструктивных элементов с учетом потерь на коррозию в процессе их эксплуатации. Для измерения остаточной толщины стенок металлоконструкций, толщины слоя прокорродированного металла в условиях одностороннего доступа может быть применен ультразвуковой толщиномер.

Деформации исследуемых причальных сооружений измеряются относительно опорной сети, расположенной вне зоны воздействия нагрузок. Опорная наблюдательная сеть может включать глубинные реперы или группы грунтовых марок, установленных в тыловой зоне. Наблюдательная сеть состоит из наблюдательных марок, омоноличенных в элементах конструкции, часть которых играет роль наблюдательных пунктов (НП). Горизонтальные деформации наблюдательных пунктов определяются путем измерения высокоточным

светодальномером расстояний до знаков опорной сети, иногда в сочетании с угловыми измерениями (при пирсовой схеме причального фронта).

Рассмотрим несколько характерных примеров.

В одном из морских портов Черноморского бассейна было проведено обследование причала типа больверк с лицевой стенкой из металлического шпунта. Причал по длине состоит из двух основных участков, имеющих конструктивные отличия.

На первом участке, построенном в 1993 г., лицевая стенка выполнена из сварного шпунта ШЗП-97. При строительстве причала были опробованы различные схемы погружения шпунта (в одну линию, в шахматном порядке, погружение в предварительно выполненную траншею, применены отдельные шпунтины корытного профиля и др.). В ходе обследования было выявлено удовлетворительное состояние шпунтовой стенки, что указывает на ее надежность в эксплуатации при различных схемах погружения шпунта.

На втором участке, построенном в 1995 г., лицевая стенка выполнена из металлошпунта «Ларсен-VII». При погружении шпунта произошли расхождения замковых соединений. Меры, предпринятые строительной организацией (перекрытие зазоров накладками из листовой стали с креплением их при помощи сварки) оказались недостаточными – в процессе эксплуатации швы между накладками и лицевой стенкой разошлись и через образовавшиеся зазоры произошло просыпание грунта засыпки, что привело к аварийной ситуации. Эксплуатация причала стала возможной только после выполнения ремонта лицевой стенки по проекту, выполненному специализированной проектной организацией.

Причал в одном из морских портов Дунайского бассейна построен в 1957 г. и представляет собой больверк с лицевой стенкой из шпунта «Ларсен-V». В настоящее время срок службы сооружения уже достиг нормативного. Материал лицевой стенки находится в неблагоприятных условиях: из-за большой амплитуды колебания уровня воды в р. Дунай большая часть открытой поверхности шпунта подвергается попеременному намоканию и высыханию; не применяются активные методы защиты от коррозии; не обновлялось антикоррозионное покрытие и др. В результате коррозионный износ достиг значительной величины: на уровне переменного горизонта и в надводной зоне глубина коррозии достигла 5 мм, в подводной зоне – порядка 3 мм. По результатам замеров средняя остаточная толщина полок шпунтин составляет 19...20 мм, толщина стенок – 9...10 мм (при проектной толщине 22 и 12 мм соответственно). В процессе погружения шпунта при строительстве причала были допущены значительные отклонения от вертикали в плоскости, параллельной линии кордона (верность шпунта). Выравнивание стенки осуществлялось с помощью клиновидных вставок, состоящих из стальных листов, соединенных с полушпунтинами при

помощи болтов или сварки. Соединения не были выполнены достаточно надежно, так как обнаружены зазоры в лицевой стенке в местах погружения клиновидных шпунтин, просыпания грунта засыпки и др. В результате проведенного анализа технического и деформативного состояний конструкции был выявлен дефицит ее несущей способности. Для предотвращения в будущем аварийных ситуаций были введены ограничения эксплуатационных нагрузок на причал а также рекомендовано провести реконструкцию причального сооружения.

В одном из портов Азовского бассейна в 1981...82 гг. построен причал с лицевой стенкой из некондиционных металлических труб диаметром 150...300 мм. В проекте были предусмотрены трубы диаметром 230 мм с толщиной стенок 10 мм. Данные о фактической толщине стенок труб отсутствовали. Кроме того, при строительстве причала применялись некондиционные трубы, размеры сечения которых не нормировались с достаточной точностью, что не гарантирует достоверность определения их несущей способности. Были произведены замеры толщины стенок труб при помощи ультразвукового толщиномера. Результаты замеров показали, что толщина стенок труб колеблется от 8 до 12 мм, то есть в некоторых местах существенно занижена по сравнению с проектным значением. Кроме того, коррозионный износ, достигающий 20 %, также снизил несущую способность элементов лицевой стенки. В лицевой стенке образовались зазоры величиной до 15 см. Некоторые зазоры частично или полностью перекрыты во время проведения ремонтных работ, но крепление накладок выполнено некачественно и грунто непроницаемость стенки не была обеспечена. Этот факт указывает на необходимость более детальной проработки проекта ремонтных работ; качество крепления накладок должно гарантировать целостность лицевой стенки на протяжении всего срока службы сооружения при воздействии эксплуатационных нагрузок. Исходя из технического состояния элементов конструкции были введены ограничения эксплуатационных нагрузок до производства работ по ремонту и усилению конструкции, а участок длиной 45 м был признан аварийным.

Своевременный анализ фактического технического и деформативного состояний причальных сооружений из металлошпунта позволит увеличить их срок службы и долговечность.