

УДК 627.33/34:699.1

М.В. ЯКОВЛЕВА

кандидат технических наук, профессор кафедры городского строительства и хозяйства, заведующая кафедрой городского строительства и хозяйства Самарский государственный архитектурно-строительный университет

Е.А. ФРОЛОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры городского строительства и хозяйства Самарский государственный архитектурно-строительный университет

В.И. ИСАЕВ

кандидат технических наук, доцент кафедры инженерной геологии, оснований и фундаментов Самарский государственный архитектурно-строительный университет

А.Е. ФРОЛОВ

ведущий инженер ОНИЛ «Реконструкция» Самарский государственный архитектурно-строительный университет

ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕХНИЧЕСКОЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЕЧНОГО ПРИЧАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ*PROVISION OF TECHNICAL AND ECOLOGICAL SAFETY OF RIVER JETTY*

Речные причальные сооружения при их длительной эксплуатации получают значительные повреждения, из-за чего нарушается их техническая, а также экологическая безопасность окружающей среды. Приводятся результаты визуального и инструментального обследования технического состояния элементов причальной стенки и анкерных устройств, выполнен анализ результатов, предложены мероприятия по восстановлению работоспособности сооружения и обеспечению экологической безопасности.

Ключевые слова: бетон, арматура, коррозия, фундаментные плиты, вертикальные наружные элементы, тяжи, узлы, деформация.

В Федеральном законе №116 [1] уделяется огромное внимание вопросам промышленной безопасности и определяется перечень опасных объектов. Целью промышленной безопасности является не только предупреждение преждевременного износа и обрушения сооружений, но и обеспечение экологической безопасности из-за токсичных выбросов и их соединений [2]. Причалное сооружение располагается в Самарской области и имеет весьма ответственное значение, поскольку несоблюдение уровня эксплуатации повлечет за собой не только снижение надежности строительных конструкций, но и нарушение экологической безопасности.

River mooring facilities under their long-term operation have significant damage, which violated their technical and ecological safety of the environment. There are given the results of visual and instrumental inspection of a technical condition of elements of the berth and anchor devices, there is analysis of results, proposed measures for the rehabilitation of health facilities and provision of environmental security.

Keywords: concrete, armature, corrosion, foundation slabs, vertical exterior elements, bands, nodes, deformation.

Длительный срок эксплуатации без капремонта вызвал значительные повреждения элементов причала, в результате чего причальная стенка оказалась в предаварийном состоянии. Это вызвало необходимость проведения обследования технического состояния и разработки мероприятий по обеспечению эксплуатационной безопасности.

Причалная стенка построена в 1966 г. на реке Чапаевке и является частью производственной открытой площадки, предназначенной для разгрузки и складирования соли, химреагентов и других материалов, используемых в производственной технологии.

Схема разбивки и общая компоновка причала представлена на рис. 1. Швартовая прямолинейная часть стенки составляет 250 м, разделена на 11 секций по 24,6 м.

По концам швартовой зоны располагаются участки стенки длиной 52 и 27 м соответственно с углами отклонений 27 и 41° и являются береговыми участками сооружения.

Рабочие чертежи разработаны Горьковским отделением института Гипроречтранс в 1962 г.

Причальная стенка выполнена из сборных железобетонных элементов. Нижняя отметка заложения составляет 24 м, верхняя – 34 м.

На рис. 2 показан разрез 1-1, где видно, что причальная стенка состоит из типовых элементов в виде фундаментной плиты марки ФПН - 9,5 - 70 и вертикально устанавливаемых наружных элементов марки ВЭН - 9,5 - 60.

ФПН представляет собой плиту размерами 950x1,6 м с продольным ребром 0,60x0,3 м. Поперечное сечение - в виде тавра с толщиной плиты, равной 15 см. Смежные элементы соединяются на уровне плиты с помощью соединения в зуб с омоноличиванием стыка.

В вертикальном положении ВЭНы удерживаются через закладные детали тяжами, которые одним концом анкеруются в утолщении ребра, а другим – в фундамент балочного элемента ФПН. Тяги воспринимают усилие от нагрузки в межливневый период от давления грунта, а во время паводка – от разности давлений грунта и воды.

В причальной стенке запроектировано 12 причальных окон. Это - более массивная часть стенки, а вертикальные элементы, установленные в нижней части швартового массива, приняты укороченной длины.

В начале и конце каждой секции примерно через 25,0 м устанавливаются большие анкерные связи, один конец которой крепится к верхнему брусу швартового массива, другой конец на расстоянии 14,0 м заделывается в анкерный элемент, вкапываемый в грунт на глубину 4 м. Тяжи натягиваются и приводятся в рабочее состояние с помощью муфты.

Береговая часть причальной стенки в конструктивном отношении несколько различается с основной (швартовой). Отличие заключается в том, что вертикальные элементы здесь приняты короче, а на концевых участках отсутствуют фундаментные элементы. Конструкция ВЭНов отличается длиной и армированием.

Панели – предварительно напряженные: со стороны полки установлено 7 стержней (средний 1 Ø25 АШв + 6 Ø22 АШв), с тыльной стороны в ребре имеются 3 стержня (1 Ø25 АШв + 2 Ø22 АШв).

В ребро с тыльной стороны панели заводится П-образный каркас из стержней Ø10АІ.

В полках («крыльях») уложены две сетки: сетка С-1 - с наружной стороны Ø10 АІ и сетка С-2 - с тыльной стороны (со стороны засыпки песка) Ø10 АІ. Защитный слой бетона составляет 50 мм.

Поверх вертикальных панелей ВЭН объединяются в единое целое «шапочным» брусом, армированным стержневыми сетками Ø10 и Ø14 АІ. Соединение - по сборно-моноклитному типу.

Для оценки технического состояния элементов сооружения было проведено визуальное и инструментальное обследования. Подводная часть причала обследовалась специалистами-водолазами с проведением подводной киносъемки. Было установлено, что скрытая водой часть сооружения находится в работоспособном состоянии.

Обследование наружной части причальной стенки проводилось с плавсредства при разных уровнях воды в реке Чапаевке: после весеннего паводка и в момент становления межливневого уровня воды.

Границы повреждений конструктивных элементов выявлялись путем простукивания молотком, а прочность бетона, где сплошность массива не была нарушена, определялась с помощью прибора «ОНИКС-2.5».

Общий вид причальной стенки приведен на фото 1.

Для удобства обследования пронумерованы тумбовые массивы и сами панели слева направо, что позволило привязать существующие повреждения к каждой панели.

Фотографировались повреждения панелей с привязкой к причальным окнам, секциям и номерам панелей.

По фотоматериалам и после обработки результатов обследования составлены дефектные ведомости с классификацией степени повреждений, что послужило основанием оценки потери несущей способности.

Наиболее полное представление о характере повреждений приведено на фотографиях в зоне первого причального окна. Здесь видны нарушения обратного фильтра (разлом стыка), коррозия арматуры, нарушение сварки арматурных стержней сетки С-1 (фото 2-6).

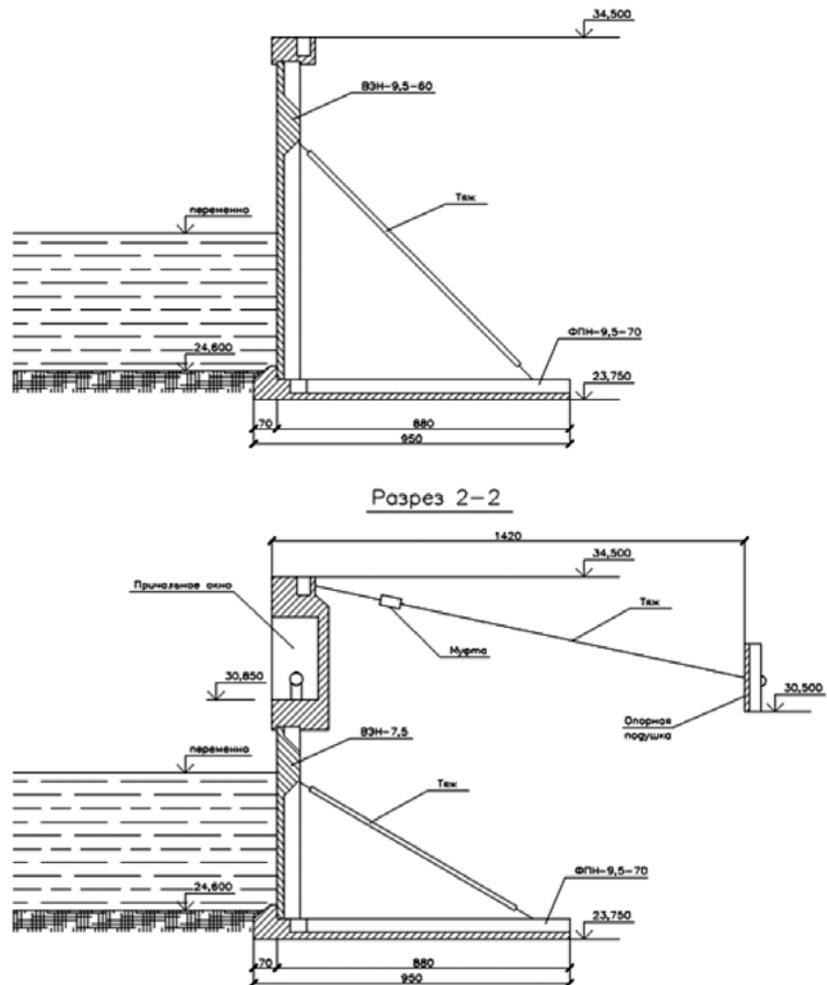
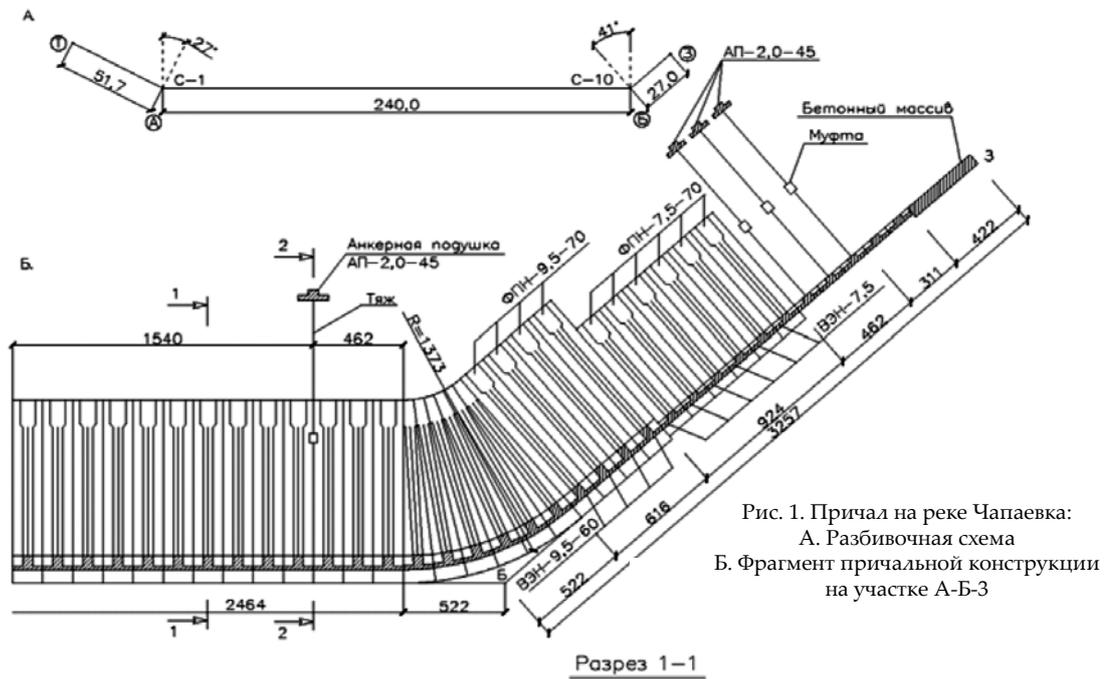


Рис. 2. Причал на реке Чапаевка. Разрезы 1-1 и 2-2 (читать совместно с рис. 1)



Фото 1. Причальная стенка на реке Чапаевка

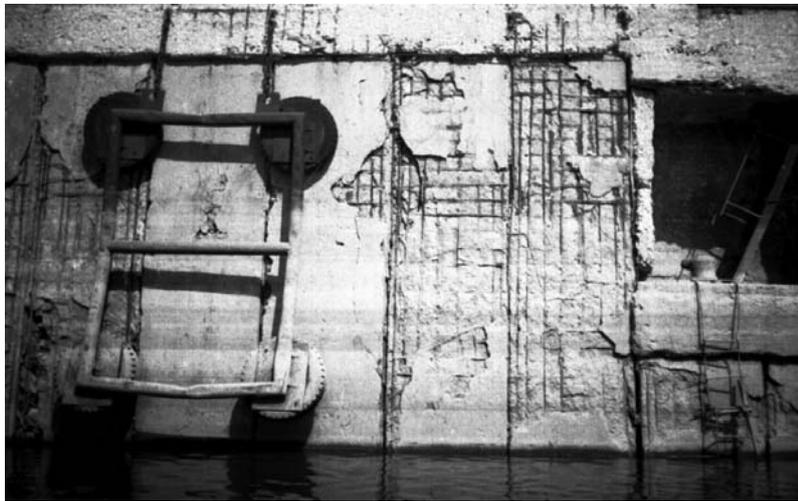


Фото 2. Повреждение наружных облицовочных плит



Фото 3. Характер повреждений панелей в надводной части причала



Фото 3. То же, увеличенный фрагмент



Фото 5. Повреждение стыкового соединения плит



Фото 6. Коррозия верхнего узла крепления тяг

В отдельных местах видны нарушения защитного слоя преднапряженной арматуры и следы ее коррозии, повреждений бетона вертикальных панелей. Обнаружено большое количество панелей с трещинами в полках - «крыльях» ВЭНов. Как показал вскрытие шурфов, трещины эти - сквозные. Бетон раздроблен, но держится, не высыпаясь, за счет двойной арматурной сетки.

Для выявления причин разрушения бетона панелей были отобраны образцы из бетонных кусков и сделан анализ на наличие солей. Солей в бетоне не обнаружено. Бетон - на гранитном заполнителе, плотной структуры, марка бетона на ненарушенном участке составляет не менее 300 кг/см², класс В25.

Обобщение полученных данных конкретно-поврежденных панелей позволило выделить три группы повреждений (рис. 11 и 12).

- *Малые повреждения* – повреждения локальные, арматура не тронута коррозией или имеет начальную коррозию 0.2-0.3 мм. Такие участки, отмеченные на картах повреждений, следует зачистить и оштукатурить. Подобных конструкций оказалось 16 %.

- *Средние повреждения* (28 %) – локальные участки, нарушение защитного слоя бетона до 50 мм, коррозия арматуры составляет 1-2 мм.

- Такие участки отмечены на картах повреждений – усиливаются торкретбетонированием с лицевой стороны.

- *Сильные повреждения* (таких 12 % конструкций), где имеют место значительные участки с разрушением бетона защитного слоя на глубину более 50 мм, сильная коррозия арматуры, в том числе напряженной, в отдельных местах до полной коррозии стержней, нарушена связь продольных и поперечных стержней в сетках.

Такие участки отмечаются на картах двойным крестом, а усиление элементов рекомендуется производить с открытием пазух с тыльной стороны.

Причиной разрушения является следствие действия динамических ударных нагрузок от причаливающих барж. Несовершенство швартовых устройств приводит к тому, что эти нагрузки воспринимаются «крыльями» панели, а не несущим ребром. Это приводит к образованию трещин в защитном слое бетона и даже сквозных трещин в «крыльях».

Через трещины влага достигает арматуры, которая затем подвергается коррозии с образованием продуктов коррозии на пограничном слое арматура-бетон. Продукты коррозии увеличиваются в объеме в 2-3 раза по сравнению с объемом скорродированного металла и отторгают защитный слой бетона, трещины раскрываются, образуя еще больший доступ влаги к арматуре.

Впитавшаяся влага в осенне-зимний период подвергается замораживанию и оттаиванию, что еще больше ускоряет процесс разрушения бетона.

Причаливающие баржи с грузом довершают начатый процесс разрушения.

При осмотре причальных тумбовых массивов обнаружено, что отдельные участки их разрушены. Причиной разрушения здесь является длительный срок эксплуатации, низкая прочность бетона и истощение его морозостойкости. Имеет место недостаточное уплотнение бетона в отдельных местах, что привело к попаданию воды, которая при замерзании способствовала процессу разрушения.

Поврежденные участки причальных *тумбовых массивов* видны на фотографиях.

В результате длительного срока эксплуатации можно ожидать отказ причальной стенки на отдельных участках. Возможное обрушение могло наступить при преждевременном отказе анкерующих устройств, в частности такие удерживающие тязи установлены на всех ВЭНах. Надежность этих элементов зависит не только от прочности самого тязя, но и от элементов крепления.

Еще более слабым звеном является техническое состояние оттяжек и анкерных подушек. Для оценки технического состояния этих элементов выборочно были открыты шурфы непосредственно в зоне узлов крепления и муфты.

Вскрытие показало, что у тязей нарушено защитное покрытие. Имеет место начальная коррозия, но состояние работоспособное. Отдельные узлы крепления со стороны ВЭН вертикальных панелей имеют коррозию слоистую, толщина которой составляет до 4 мм, а это значит, повреждение здорового металла тязя составляет 1-1,5 мм, что соответствует снижению несущей способности тязя до 32 %. Нижние узлы крепления – в работоспособном состоянии.

Восстанавливать поврежденные участки ТМ следует с применением стационарной опалубки, с дополнительным армированием и с хорошей проработкой бетона.

Сильные повреждения элементов механизированного причала не только снижают техническую, но и экологическую безопасность объекта. Осыпающиеся осколки бетона в результате сильной коррозии засоряют русло реки. Провалы площадки, промоины и нарушение плотности засыпки грунта приводят к нарушению экологической безопасности, так как химреагенты в растворе с атмосферными осадками могут поступать в русло реки и наносить вред флоре и фауне.

Именно поэтому сохранять техническую и экологическую безопасность возможно при проведении

своевременного ремонта СК и восстановления их работоспособности.

Для обеспечения эксплуатационной безопасности были предложены следующие рекомендации:

- вести ежегодные геодезические наблюдения за состоянием причальной стенки;
- заменить от объема повреждений наружные панели, имеющие сильную степень повреждений;
- отремонтировать средне поврежденные панели с использованием торкретбетона;
- следить за техническим состоянием асфальтового покрытия площадки с организацией отвода атмосферной воды с площадки;
- заменить поврежденные отбойные брусья на новые и дооборудовать для уменьшения динамических нагрузок при причаливании судов и барж;
- поврежденные участки бетонных причальных окон восстановить бетонированием железобетонной рубашки с заливкой бетона М300.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Текст]. ФЗ №116 от 21.07.1997.
2. О Федеральной службе по экономическому, технологическому и атомному надзору от 30.07.2004 г. №401 [Текст].
3. Садовский, Г.А. Ремонт судоводных гидротехнических сооружений [Текст] / Г.А. Садовский. – М.: Изд-во «Транспорт», 1973.

© Яковлева М.В., Фролов Е.А, Исаев В.И.,
Фролов А.Е., 2013