

УДК 629.124

И.И. Рыбалов, доцент, канд. техн. наук,

Ю.Г. Ожиганов, профессор, д-р техн. наук

Севастопольский национальный технический университет

Ул. Университетская 33, г. Севастополь, Украина, 99053

E-mail: root@sevgtu.sebastopol.ua

РАЗВОДНОЙ ПЛАВУЧИЙ МОСТ ДЛЯ СЕВЕРНОЙ БУХТЫ СЕВАСТОПОЛЯ¹

(в порядке обсуждения)

Рассмотрена принципиально новая конструкция разводного плавучего моста для Северной бухты Севастополя. Предложен архитектурно-конструктивный тип сооружения и дана его технико-экономическая оценка.

Известно, что прибрежные зоны играют видную роль в обеспечении нормального функционирования экосистем. В условиях Чёрного моря вся территория Крыма, по сути дела, может быть отнесена к прибрежной зоне Чёрного моря, а Севастополь с его многочисленными бухтами – тем более. Экологическое состояние их, в том числе и главной – Севастопольской бухты, по данным биологов, в частности, по работам Института биологии южных морей, (работы Шадрин Н.В., Павловой Е.В. и др.) оценивается как критическое. Для этой бухты характерно хроническое загрязнение морских вод широким спектром веществ-загрязнителей и в первую очередь нефтяными углеводородами. Средние их концентрации увеличились с 1991г. с 0,15 мг/л до 0,35 мг/л. И это не удивительно, всё население города (378 тыс. человек на 01.01.2007г.) сконцентрировано по берегам бухты, она служит гаванью военных и торговых судов, длина причальных стенок в городе около 11 км.

Протяжённость бухты – 7,5 км, максимальная ширина – 1,0 км. Ширина бухты при выходе – 550 м., её сужение образуется за счёт защитного мола, созданного в 1976–78 гг. (рисунок 1) Через эту бухту организована и действует в течении многих лет автомобильно-пассажирская паромная и катерная переправа.

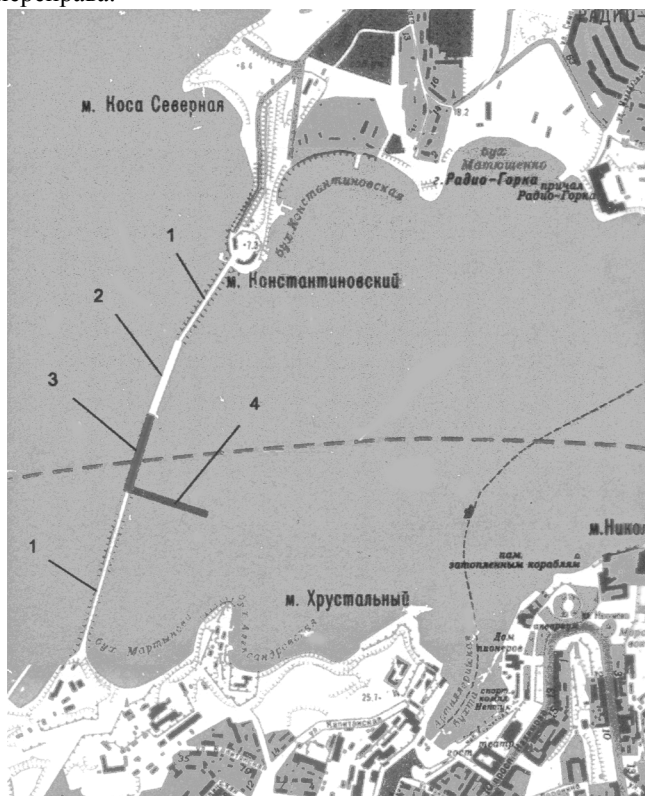


Рисунок 1 – Вход в бухту Севастопольскую:
1 – существующий мол; 2 – необходимое продление мола;
3, 4 – предлагаемая переправа в не разведенном и
разведенном состоянии, соответственно

Необходимость переправы и постоянной связи с центром города возрастает с каждым годом и требует её совершенствования в связи со следующими объективными условиями.

¹ Прим. ред. Статья печатается с целью привлечения широкого круга читателей, научно-технической общественности к обсуждению актуального для города Севастополя проекта.

На ней круглогодично и практически круглосуточно используются 2 автомобильных паромов и 9 пассажирских катеров и перевозится в год около 10 миллионов пассажиров (за 2003 год, например, – 9,4 миллиона), вследствие чего идёт интенсивное загрязнение бухты за счёт следующих факторов:

а) использования морской воды для охлаждения двигателей и теплообменных аппаратов судовых энергетических установок паромов и пассажирских катеров;

б) слива промывочных вод при мойке палуб, грузовых и пассажирских помещений вышеупомянутых судов;

в) нефтяных отходов в их льяльных водах;

г) загрязнения сухим мусором и пищевыми отходами, объем которых по литературным источникам [1] составляет 1,5...3,5 кг/(чел.·сутки); при этом особую тревогу вызывает пластиковый мусор (бутылки, пакеты, упаковки) от пассажиров, едущих на открытых палубах паромов и катеров или ожидающих посадки пассажиров на пирсах.

1. Численность населения северной стороны на сегодня составляет более 50 тысяч и большинство взрослого населения работает в основной части города.

2. В последние годы на северной стороне города создан и интенсивно развивается новый морской порт «Авлита» с мощным зерновым и строящимся контейнерным терминалами. Объём грузопереработки уже в текущем году достигает 4 млн. тонн.

3. В стадии рассмотрения находится проект постройки в районе Мекензиевых гор крупного туристического водно-спортивного комплекса олимпийского уровня, включающего в себя 9 бассейнов для всех водных видов спорта, аквапарк, гостиничный комплекс и жилой район площадью более 130 тыс. кв. м с развитой инфраструктурой.

Постройка стационарного моста или подводного тоннеля через бухту связана с чрезвычайно большими капитальными затратами и в настоящее время нереальна.

Представляется, что альтернативным и выигрышным во многих отношениях мог бы быть (по крайней мере, в условиях автомобильно-пассажирских перевозок через вход в Севастопольскую бухту) принципиально новый вариант понтонной переправы, предлагаемый сотрудниками кафедры Океанотехники и кораблестроения СевНТУ. Суть предложения состоит в следующем.

Известна конструкция понтонных переправ в виде ряда плавучих понтонов упрощенной прямоугольной формы, грузоподъёмность которых обеспечивается за счёт их плавучести. Примером такой переправы может служить железнодорожно-автомобильная многопонтонная переправа длиной 780 м через реку Волгу в г. Ярославле, созданная в июне 2005 г. (время наведения 1 сутки).

Известна также конструкция морских сооружений полупогружного типа, у которой водоизмещающий объём состоит из понтона, находящегося ниже поверхности воды, и частично включает в себя систему наклонных и вертикальных трубчатых связей, соединяющих понтон с надводным верхним строением, находящихся в зоне поверхности воды и обеспечивающих минимальную интенсивность волновых воздействий на плавучее сооружение [2].

Предлагается переправа в виде единичного понтона, соединяющего оконечности мола при входе в бухту (рисунок 2), имеющего конструкцию плавучей полупогружной платформы, способной изменять свою посадку, то есть положение относительно поверхности воды, путём приема и откачки жидкого балласта в специальные отсеки, размещённые в понтоне. Такая конструкция, если размеры соединительных труб (стабилизирующих колонн) превышают высоту волн, практически не подвержена волновым воздействиям с позиции прочности и качки и может эксплуатироваться в любую, в том числе и штормовую, погоду как транспортная магистраль. При этом в нормальных погодных условиях возможен проход малых судов в пролётах между стабилизирующими колоннами. Для прохода крупных судов понтон разворачивается относительно одной из береговых опор на $90...150^\circ$ с помощью специального поворотного устройства.

Во всех случаях положения понтона практически неизменной (по сравнению с существующей) остаётся степень водообмена нагонным течением от западных ветров, которое обеспечивает нормальное функционирование биосистемы бухты.

Недостатком конструкции будет являться то, что при больших нагрузках на оконечности понтона, при въезде тяжеловесной колёсной техники, он будет иметь большой дифферент и его грузоподъёмность будет недостаточна (понтон будет получать большую осадку из-за малой площади ватерлинии, обеспечивающейся только площадью сечения вертикальных и наклонных колонн). Преодоление этого недостатка решается путём постановки понтона в рабочем состоянии (в условиях неразведённой переправы) на две конечные береговые опоры и передачи на них массы идущего по переправе транспорта. Идея защищена декларативным патентом на изобретение [3].

В разведённом состоянии понтон плавает с осадкой, несколько меньшей, чем половина его общей высоты, и с этой же осадкой наводится на своё штатное место таким образом, чтобы верхнее строение своими оконечностями совпало с опорными гнёздами береговых устоев переправы. При зафиксированном положении понтона осуществляется его балластировка, то есть приём забортовой воды. Понтон, погружаясь, оконечностями верхнего строения ложится на береговые устои и жестко фиксируется на опорах. Открывается движение транспорта по верхнему строению (проезжей части); мелкие суда в это же время могут проходить через пролёт между стабилизирующими колоннами.

Для прохождения крупных судов осуществляется процесс разведения переправы в обратном порядке. Отдаются жесткие крепления понтона на береговых устоях, производится откачка балласта, понтон всплывает и имеет возможность разворачиваться на $90...150^\circ$ вокруг опорной шарнирной точки (специального поворотного устройства) на одном из устоев переправы. Усилие для разворота обеспечивается с помощью устройства (типа судового подруливающего), размещённого в дополнительном понтоне (гондоле) на противоположной оконечности переправы. Принципиальная конструктивная схема такого единичного понтона показана на рисунке 2.

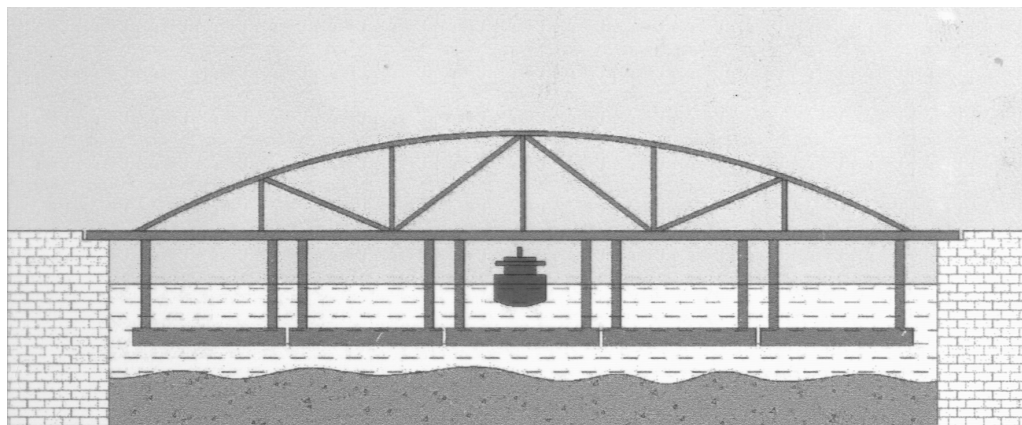


Рисунок 2 – Принципиальная схема переправы

Архитектурно-конструктивный тип переправы. Переправа представляет собой единичный монолитный понтон, имеющий конструкцию полупогружного сооружения. Она состоит из водоизмещающего понтона прямоугольной формы с балластными отсеками и поворотным устройством, поперечного корпуса (гондолы) с подруливающим устройством в оконечности этого понтона, системы трубчатых связей (стабилизирующих колонн), и надводного верхнего корпуса (проезжей части) с боковыми арками дугообразного типа. Один из вариантов конструктивного решения приведен на рисунке 3.

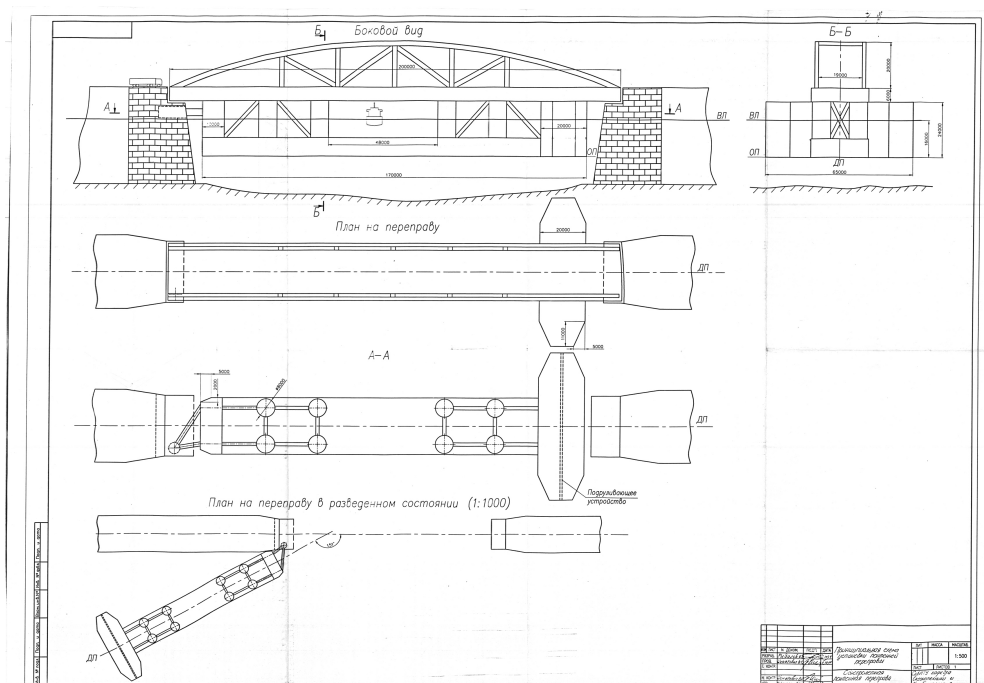


Рисунок 3 – Один из вариантов конструктивного решения

Главные размеры понтона определены из существующей практики возможного прохода крупных судов в реальных условиях входной части внутреннего рейда Севастопольского морского порта. Они составляют:

длина водоизмещающего корпуса, м

$$L_B = 190;$$

ширина водоизмещающего корпуса, м	$B_B = 25;$
высота борта водоизмещающего корпуса, м	$H_B = 8;$
длина верхнего корпуса, м	$L_{II} = 200;$
ширина верхнего корпуса, м	$B_{II} = 20;$
высота верхнего корпуса, м	$H_{II} = 5;$
высота арки в середине переправы, м	$H_A = 15;$
диаметр стабилизирующих колонн, м	$D = 6.$

Весовая нагрузка определена по измерителям масс “к” корпусных судовых конструкций, принимая их значения для водоизмещающего и верхнего понтона, соответствующие металлическим докам, а для стабилизирующих колонн по данным буровой платформы “Шельф”

Водоизмещающий понтон, т	$P^1 = 2675,2;$
Верхний понтон, т	$P^n = 1672,0;$
Колонны, т	$P = 1\,129,0;$
Водоизмещение понтона без балласта, т	$\Delta = 5\,476,2.$
Балласт жидкий, т	1 000.....2 000.

Расчётные случаи нагрузки

- понтон на плову с балластом,
- понтон на плову без балласта,
- понтон на опорах береговых устоев.

Ориентировочная оценка стоимости возведения предлагаемой переправы может быть произведена следующим образом.

Переправа состоит из трёх самостоятельных конструктивных элементов: однопролётного полупогружного понтона, двух береговых железобетонных устоев и двух участков подъездных путей транспортной магистрали. Поскольку каждый из этих элементов относится к различному виду строительства, соответственно – к судостроению, гидротехническому и дорожному строительству, то стоимость постройки каждого элемента оценивается отдельно.

1. Стоимость понтона рассчитана по общепринятой в судостроении приближённой оценке стоимости постройки стальных морских судов и плавучих сооружений исходя из их массового водоизмещения: 1 тонна водоизмещения – 1 тыс. долларов. При длине полупогружного понтона 200 метров его водоизмещение, рассчитанное по измерителям масс корпусных судовых конструкций, составляет около 5 000 тонн. Таким образом стоимость понтона

$$C_1 = 5\,000 \times 1\,000 = 5\,000\,000 \text{ у.е.}$$

2. Стоимость 2-х железобетонных береговых устоев и гидротехнической реконструкции молов принята по ориентировочной оценке ЗАО «Морстрой».

Учитывалось, что для организации двустороннего движения транспортных средств (две полосы по 3,5 м и одного тротуара шириной 3 м для движения пешеходов) потребуется:

- дополнительная отсыпка камня в объёме 80000 м³ для расширения мола;
- расширение железобетонной плиты верхнего строения мола с 10 м до 16...17 м ;
- увеличение высоты волноотбойной стенки с 1,3...3,35 м до 3,5....5,5 м.

С учётом сопутствующих работ и непредвиденных затрат ориентировочно стоимость работ по гидротехнической части проекта можно оценить в 10 млн. у.е.

3. Стоимость прокладки дорожных подъездов по реконструированному молу протяжённостью по 1,5 км с каждого берега оценивается по общепринятой у дорожников по приближённой норме: 1 км трассы – 1 миллион у.е.

$$C_3 = 2 \times 1,5 \times 1\,000\,000 = 3\,000\,000 \text{ у.е.}$$

Общая стоимость постройки переправы составит

$$C = \sum C_i = 5\,000\,000 + 10\,000\,000 + 3\,000\,000 = 18\,000\,000 \text{ у.е.}$$

Преимущества предлагаемой конструкции переправы состоят в следующем:

- высокая экологическая безопасность эксплуатации переправы;
- обеспечение свободного водообмена морской воды в бухте;
- возможность использования переправы в условиях волнения;
- возможность постоянного прохода малых судов;
- возможность ремонта переправы без вывода её из эксплуатации за счёт возведения сооружения из однотипных строительных блок-модулей;
- низкая стоимость возведения по сравнению с капитальным мостом;
- низкие эксплуатационные расходы по сравнению с паромной переправой.

Материалы статьи рекомендуются для использования конструкторским бюро при разработке технического предложения и технического задания на проектирование рассматриваемого плавучего сооружения.

К задачам дальнейших исследований следует отнести вопросы исследования безопасной эксплуатации предлагаемой конструкции с позиции её остойчивости, непотопляемости и восприятия волновых нагрузок.

Библиографический список

1. Нунупаров С.М. Предотвращение загрязнения моря судами / С.М. Нунупаров. — М.: Транспорт, 1985. — 336 с.
2. Морские гидротехнические сооружения на континентальном шельфе / Г.В. Симаков [и др.]. — Л.: Судостроение, 1989. — 323 с.
3. Декларатив. пат. 67140, Україна, МПК 7 E01D15/14. Понтонная однопролётная переправа / В.М. Назаренко, Ю.Г. Ожиганов, И.И. Рыбалов, Д.А. Барковский, Е.В. Гордеев (Украина). — № 2003077075; заявл. 15.06.04; опубл. 15.10.04, Бюл. № 6.

Поступила в редакцию 21.01.2008 г.