

МОСТОВОЙ ПЕРЕХОД ЧЕРЕЗ КЕРЧЕНСКИЙ ПРОЛИВ

Симоненко А.В., ПГС-503, Ажермачев Г.А., к.т.н., профессор, Меннанов Э.М., ассистент.

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

С каждым годом вопрос о необходимости строительства моста через Керченский пролив становится все более актуальным. Это связано в первую очередь с проведением в Украине Евро 2012, в Сочи зимних олимпийских игр в 2014 году, проведением в России чемпионата мира по футболу в 2018 году. В данной работе предлагается вариант подвесного металлического моста общей длиной 4500 метров, с главным пролетом 200 метров, как наиболее архитектурно выразительного и оптимального отвечающего особенностям данной местности [1].

Мостовой переход, Керченский пролив, проектирование, сейсмостойкость, стальной мост.

В настоящее время переправа автомобильного и железнодорожного транспорта осуществляется при помощи паромной переправы. В связи с резким увеличением количества транспорта в последние годы переправа с одного берега на другой становится проблематичной. Неспособность паромной переправы обеспечивать нормальную скорость и качество перевозки транспорта заметна в весенне-летний период, когда люди вынуждены стоять в многочасовых пробках, ожидая пока подойдет их очередь (рис.1).



Рис.1. Многочасовые пробки на въезде в АР Крым.

Аналитический обзор. С 1851 г. в Эрмитаже хранится найденный в 1792 году на берегу пролива Тмутараканский камень, на котором написано: «В лето 6576 (1068 год по современному исчислению. — Авт.) князь Глеб мерил море по льду от Тмутаракани до Корчева (Керчь. — Авт.) 14000 сажень» Первым реальным проектом построения моста через Керченский пролив выдвинул Владимир Дмитриевич Менделеев, сын великого химика. Его план состоял в сооружении запруды от мыса Павловского к косе Тузла, а потом с нее — на Тамань. Этот проект часто называют не просто мостом из Крыма на Кубань, но мостом из Украины в Россию, а иногда — из Европы в Южную Азию. Здесь когда-то проходил Великий Шелковый путь, здесь пролегла трасса знаменитой телеграфной линии из Лондона в Дели. Сейчас разработаны и несколько сопредельных проектов: например, строительство скоростной магистрали Керчь — Геническ по Арабатской Стрелке. Словом, этот масштабный проект населения Азово-Черноморского региона вынашивает много столетий [2].

Технические возможности для реализации такого масштабного проекта человечество накопило только к середине XX века. Первыми приступили к реализации привлекательной

идеи Керченской транспортной развязки немцы во время Второй мировой войны. В своих мемуарах министр вооружений гитлеровской Германии Альберт Шпеер писал: «Весной 1943 года Гитлер потребовал начать строительство пятикилометрового моста для автомобильного и железнодорожного транспорта через Керченский пролив. Здесь мы уже давно построили подвесную дорогу, которая была пущена 14 июня (1943 года) и доставляла каждый день тысячу тонн груза. Этого хватало для потребностей обороны 17-й армии. Однако Гитлер не отказался от своего плана прорыва в Персию через Кавказ. Работы велись непрерывно, и относительно них, начиная с зимы 1943 года, одно за другим поступали указания. Последняя директива: мост через Керченский пролив должен быть закончен до 1 августа 1944 года...».

Но усиленное наступление советских войск весной и летом 1944 года не дало немцам возможности достроить мост. Советские самолеты-разведчики, кружившие над проливом, фиксировали на пленку штабеля шпал, рельсов, конструкций. Разные представители командования время от времени ставили вопросы о бомбардировке строительства, но ставка Сталина приказала — не бомбить! Москва перед генеральным наступлением на южном направлении хотела получить не груды металлолома, а... готовый мост. Однако немцы так и не успели реализовать свой проект, хотя уже готовились к пуску первого поезда и завезли даже флажки со свастикой. Сотни тонн цемента, горы конструкций, балок, свай достались советским войскам. Сталин приказал: достроить мост! Соответственно проекту, под каждый пролет вбивали в подводный грунт 12 вертикальных и четыре наклонные сваи, каждая из которых имела длину 24 метра и весила 4 тонны. На центральных эстакадах моста под основную опору вбили в грунт 39 вертикальных свай и 40 наклонных. Однако в комплекте немецких запчастей на крымском берегу отдельных элементов конструкции не хватало, и их заменяли приспособленными местными материалами по временной схеме. Так, вместо немецких, было поставлено несколько местных деревянных опор, что значительно ослабило мост и позже привело к трагедии.

Пуск первого поезда по заданию партии состоялся накануне 27-й годовщины Октября. От станции «Крым» к станции «Кавказ» прошел первый эшелон. Строителей представили к наградам. Однако теперь уже невозможно достоверно установить, сколько реально поездов успело пройти по этому мосту.

В необычно морозную зиму 1944—1945 годов в Азовском море образовался очень толстый слой льда. К несчастью в феврале 1945 года наступило резкое потепление. Лед тронулся из Азова по проливу на юг, в Черное море, прямо на незащищенный и слабый построенный наспех мост. Говорят, тысячи жизней отобрало тогда море. Главный инженер строительства Иван Цюрупа просил у ставки четыре ледокола, бомбардировщики, но все было напрасно — лед не раскрошили даже бомбами, он разрушил мост.

Проектируемый мост предполагается разместить в наиболее узком месте Керченского пролива — возле косы Чушка, рядом с действующей паромной переправой. В таком случае общая длина моста составит 4500 метров.

Цель исследований. Основной целью данной работы является подбор оптимальных параметров несущих конструкций мостового перехода через Керченский пролив.

Задачи исследований. Необходимо разработать компьютерную модель, которая наиболее точно будет отражать характер работы, конструктивные решения мостового перехода через Керченский пролив.

Численный эксперимент. Метод конечных элементов основан на идее аппроксимации непрерывной функции (в физической интерпретации — температуры, давления, перемещения и т.д.) дискретной моделью, которая строится на множестве кусочно-непрерывных функций, определенных на конечном числе подобластей, называемых конечными элементами [3]. Исследуемая геометрическая область разбивается на элементы таким образом, чтобы на каждом из них неизвестная функция аппроксимировалась пробной функцией (как правило, полиномом). Причем эти пробные функции должны удовлетворять граничным условиям непрерывности, совпадающим с

граничными условиями, налагаемыми самой задачей. Выбор для каждого элемента аппроксимирующей функции будет определять соответствующий тип элемента.

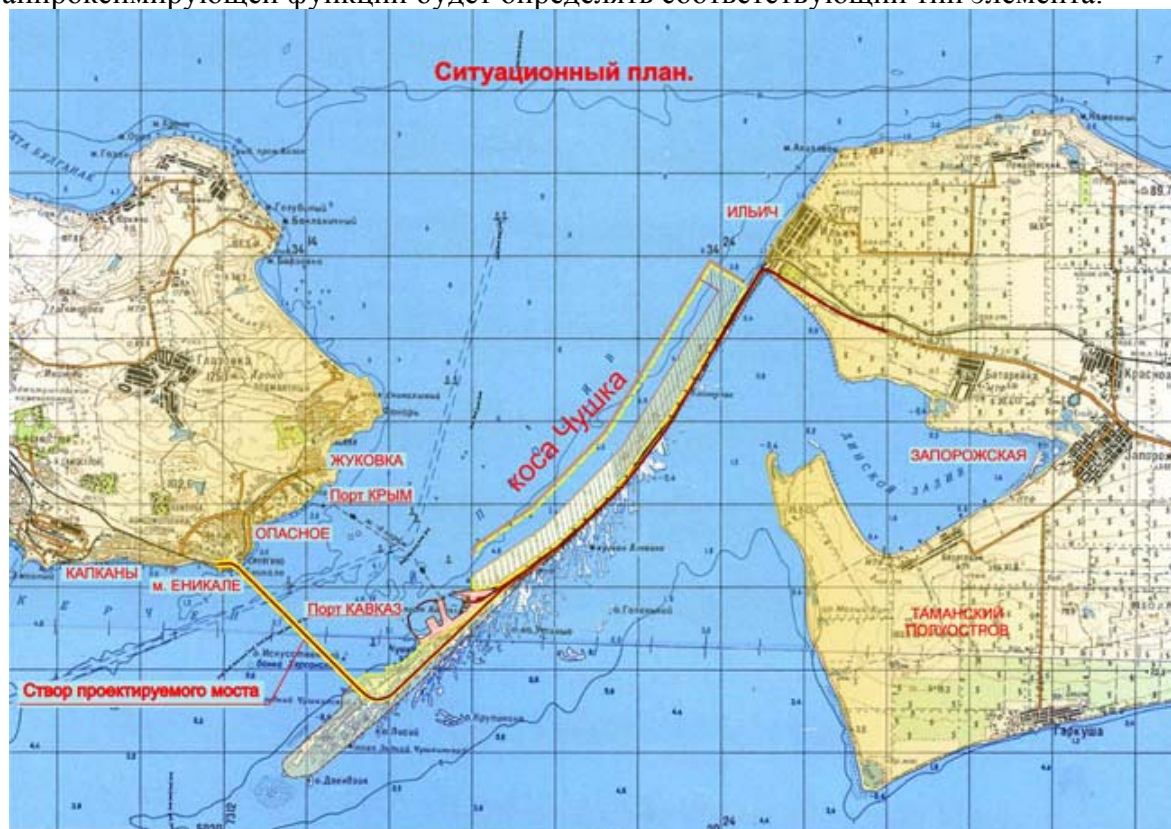


Рис.2.

Ситуационный план.

Для предварительной оценки принятой конструктивной схемы и конструктивных решений строится аналитическая схема мостового перехода через Керченский пролив.

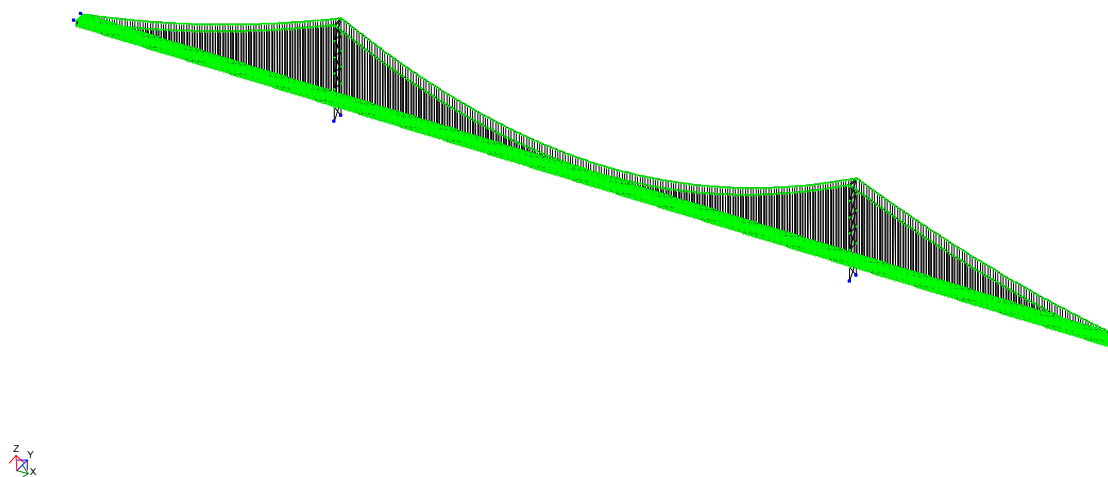


Рис.3. общий вид расчетной схемы

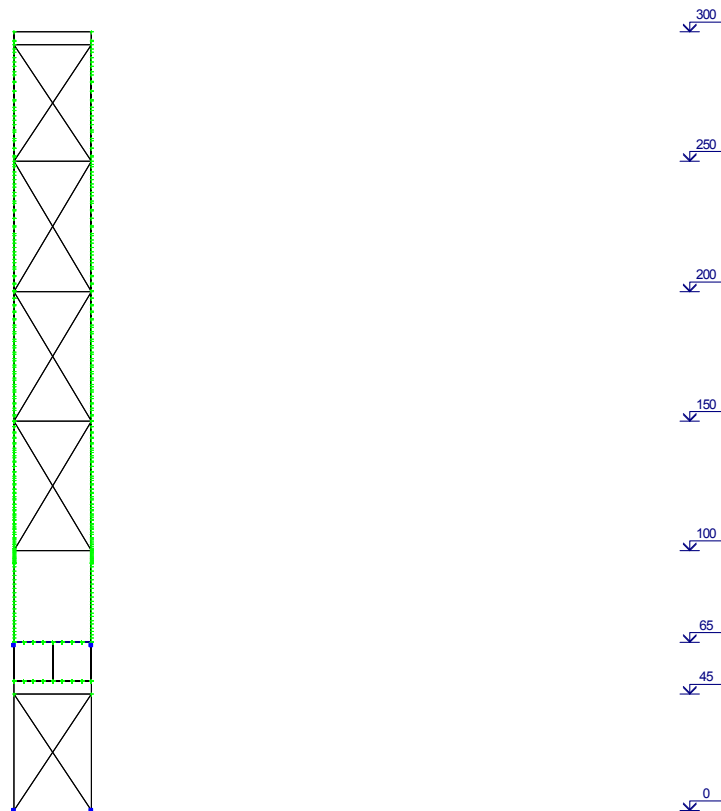


Рис.4. Расчетная схема пилона.

Для построения данной схемы предварительно были применены следующие типы жесткостей:

1. Канат 52.0 – для основных несущих кабелей;
2. Канат 25.0 – для вертикальных подвесок;
3. Пластина Н=0.2 – для дорожного полотна;
4. Брус 300х300 – для пилонов;
5. Двутавр 40Ш* - для несущих конструкций мостового полотна(сквозных ферм).

Данные жесткости не соответствуют реальным конструктивным элементам в полной мере, и были применены для предварительной оценки работы сооружения, и для получения представления о формах деформации сооружения в целом [5].

Нагрузки, действующие на мостовой переход были приняты в соответствии с ДБН В.1.2-2:2006 (Нагрузки и воздействия), ДБН В.1.1-12:2006 (Строительство в сейсмических районах Украины), Еврокод 1

(Воздействия на конструкции. Часть 2. Транспортные нагрузки на мосты).

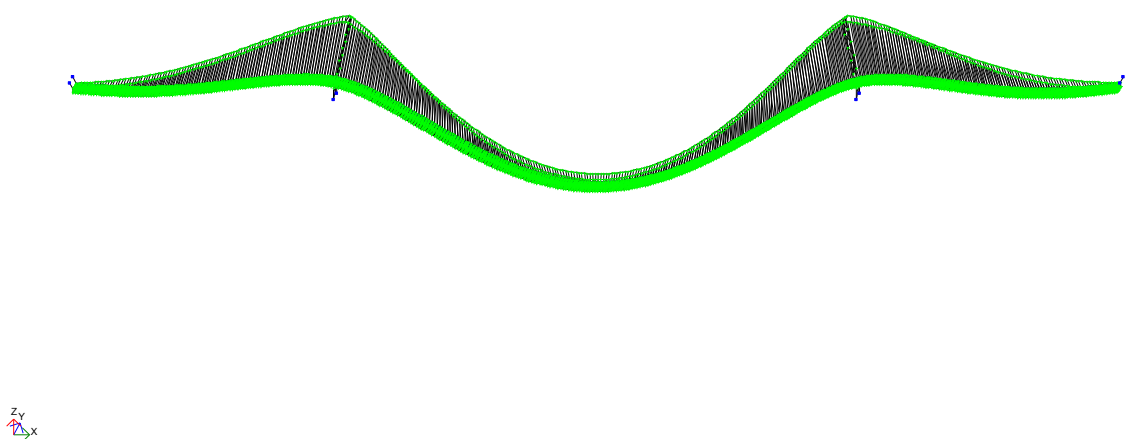


Рис.5. Схема деформирования моста.

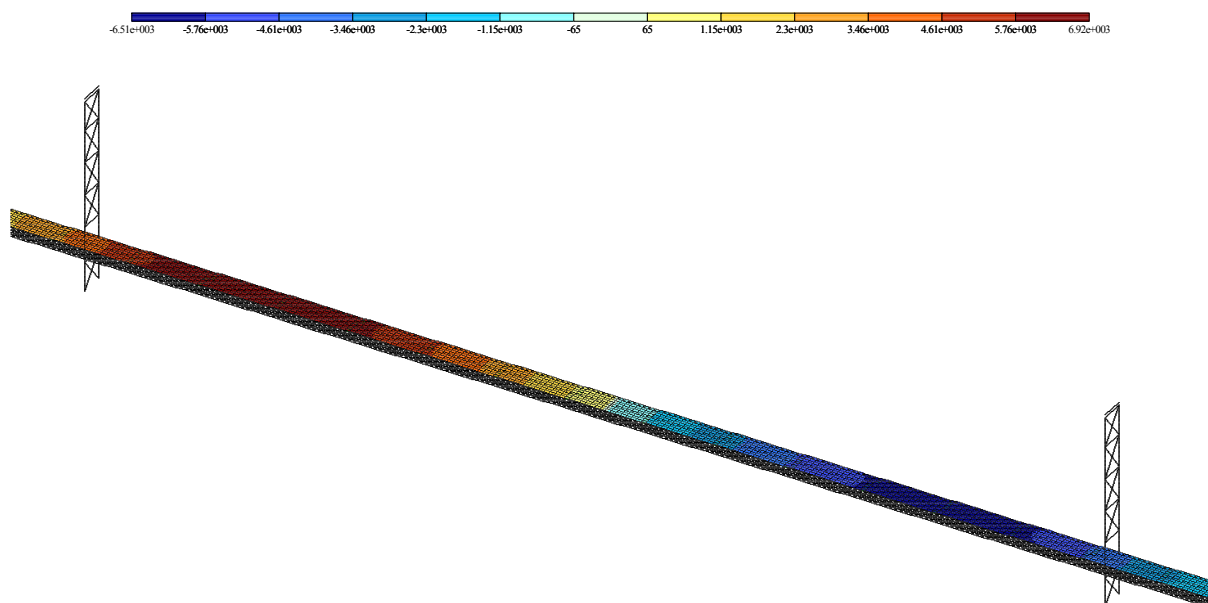


Рис.6. Изополя перемещений дорожного полотна по оси X.

Результаты исследований. Разработан проект мостового перехода через Керченский пролив. Разработка выполнена на основании анализа возможных конструктивных решений, нагрузок, действующих на сооружение [6].

На основе полученных данных составлена расчетная модель. Модель загружена расчетными нагрузками, соответствующими современным нормам проектирования, в том числе – сейсмической нагрузкой, отвечающей требованиям *ДБН В.1.1-12:2006* «Строительство в сейсмических районах Украины».

ВЫВОДЫ

Выполнен подбор оптимальных параметров несущих конструкций мостового перехода через Керченский пролив с учетом требований по сейсмостойкости.

По результатам расчета выявлены наиболее нагруженные элементы. Разработаны рекомендации по наиболее эффективным способам конструирования.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гибшман Е. Е. Проектирование металлических мостов. Издательство "Транспорт", 1969 – 416 с.
2. ДБН В.2.3-22:2009 Споруди транспорту. Мости та труби основні вимоги проектування; ЦНИИТ К.: 2009 – 126 с.
3. Муратов А.А., Глыбина Г.К. Мосты. Проектирование мостов и труб. Расчет и конструирование моста. – М.: Стройиздат, 1996. – 56 с.
4. Попов С.А., Осипов В.О., Померанцев А.М., Бобриков Б.В., Храпов В.Г. Мосты и тоннели. – М.: Стройиздат, 1985 – 154 с.;
5. Рокки К. С., Эванс Х. Р. Проектирование стальных мостов. Пер. с англ.; Под ред. А. А. Потапкина. – М.: Транспорт, 1986. – 245с;
6. Мосты и тоннели на железных дорогах: Учебник для вузов / В. О. Осипов. В. Г., Храпов Б. В., Бобриков и др.; Под ред. В. О. Осипова. – М.: Транспорт, 1988. – 367 с.;

УДК 681.076.5

АНАЛИЗ ПРЕДЕЛЬНЫХ ЗНАЧЕНИЙ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ И ПРОГНОЗИРОВАНИИ

Смирнов Н.С., студент гр. ПГС-308, Бородачёва Т.И., ст. преподаватель

Национальная академия природоохранного и курортного строительства

Возникает вопрос о возможности *автономной* разработки оценок на перспективу, которая позволила бы осуществить апостериорные расчеты и интерполяцию перспективных оценок.

Вначале рассмотрим метод, именуемый *анализом предельных значений*. В технике и экономике имеются величины, к предельному значению которых в большинстве случаев стремятся переменные. В качестве предельных величин естественнонаучных показателей используются, например, скорость света в вакууме, равная $2,99792 \cdot 10^{10}$ см/сек; предел точности измерения времени - 10^{-23} сек (хроном); предел точности измерения длины - 10^{-13} см (одон); предельные значения понижения частоты колебания или уменьшения длины волн (в радиосвязи); эффективность технических систем и др.

В экономике также часто сталкиваются с теоретическими (абсолютными) и частными предельными величинами. Коэффициент использования оборудования, сырья и материалов, равный 1,- самый простой пример абсолютной предельной величины. Показатели насыщения спроса, физиологические пределы- нормы душевого потребления продуктов питания и т. д.

Преимущество предельной величины состоит в том, что она может быть оценена и рассчитана автономно. Экономические показатели насыщения можно встретить в самых различных областях. Прогноз уровня насыщения потребностей необходим для расчетов перспективных потребностей, объемов покупательных и товарных фондов и т. д.

Функции насыщения примыкают к функциям роста вида $N=e^{rt}$. Как известно, возрастание функции этого вида пропорционально соответствующему исходному значению:

$$\frac{dN}{dt} = k \cdot N.$$

Последнее известно из практики применения сложных процентов, описывающих рост в дискретной форме. Форма кривой насыщения иная, чем форма кривой роста общего вида. В данном случае и сам коэффициент пропорциональности k является переменной величиной, которая в конечном счете оказывает воздействие на рост.

Таким образом, кривые насыщения представляют собой графики математических функций, являющихся по своей сути формулами суммирования стремящихся к нулю величин роста. Поэтому лежащая в основе кривой насыщения формула $F(x)$