

О РЕАЛЬНОЙ СТОИМОСТИ СООРУЖЕНИЙ

Статья посвящена оценке реальной стоимости сооружения, т.е. стоимости владения сооружением. Традиционно она включает оптимальную стоимость строительства моста, в том числе изыскания, проектирования, научного сопровождения, изготовления всех элементов мостового перехода, обустройства подходов. Вместе с тем, она учитывает эксплуатационные затраты: стоимость периодических ремонтно-восстановительных работ в течение всего срока эксплуатации, обновления ограждающих элементов конструкций вследствие морального и/или физического износа, утраченную прибыль в связи с выполнением обновлений и ремонтно-восстановительных работ.

Ключевые слова: стоимость владения сооружением, оптимальный диапазон надежности, эксплуатационные затраты

История развития инженерного искусства удивительным и непостижимым образом отражает эволюцию человеческого интеллекта. Постоянные поиски ответов на вопросы «почему» и «зачем» во все времена служили познанию природы, ибо природа непостижима, но познаваема. И если вопрос «почему» сопровождает интеллектуальное развитие ребенка, то вопрос «зачем» несет в себе поиск логических и причинно-следственных связей в природно-естественных явлениях и в событиях реальной жизни.

Наречие «зачем» со стилистической точки зрения означает удивление, иногда – отчаяние.

Ниже приведены несколько характерных примеров из области политики, автомобилестроения и мостостроения, которые иллюстрируют в концентрированном виде суть понятия «зачем».

1. Джон Фитцджеральд Кеннеди – президент США – однажды признался:

– у меня есть 1000 специалистов, которые знают, как построить пирамиду, но нет ни одного, кто скажет – а зачем ее строить?

2. Генри Форд при решении глобальной проблемы развития своей автомобильной корпорации стоял перед главным вопросом – каков тренд спроса на автомобили в большинстве мегаполисов США?

Самое удивительное состояло в том, что ответ на этот вопрос он не смог получить ни от экономистов, ни от градостроителей, ни от демографов, ни от политиков. Г. Форд обратился к всемирно известному бельгийскому физико-химику Илье Пригожину, русскому ученому, эмигрировавшему из России после 1917 года, лауреату Нобелевской премии за выдающиеся достижения в термодинамике.

В математической физике и нелинейной механике, астрофизике и космологии известно

научное направление под названием «теория сгущений». И. Пригожин искал ответ для прогнозирования спроса на автомобили в этом же вопросе – зачем?

Он стал изучать причины возникновения пробок на пересечениях магистралей в центральной части американских мегаполисов, которые имели все признаки сгущений. Причем, при образовании таких пробок восстановить движение не удавалось в течение очень длительного времени. Пригожин задался простым вопросом – зачем все машины так стремились в эти зоны сгущений, а не традиционным вопросом – сколько их было в этих зонах коллапса. На основе его исследований и рекомендаций Г. Форду были сформулированы два фундаментальных правила в мировом автомобилестроении:

– «уровень транспортной самодостаточности» для разных категорий жителей мегаполисов: зачем мне личный транспорт, если есть такси, муниципальный транспорт, велосипед, можно и пешком;

– «цена владения автомобилем» (а не стоимость автомобиля):

- a) собственно стоимость автомобиля;
- b) стоимость содержания, обслуживания и текущих ремонтов;
- c) стоимость гаража, общественной автостоянки;
- d) стоимость въезда в центр города;
- e) стоимость временной парковки в центре города;
- f) стоимость страхового полиса на автомобиль;
- g) стоимость страхования жизни и здоровья;
- h) дорожные сборы и налоги.

3. На вантово-арочном мосту «Живописный» в Крылатском в г. Москве был сооружен

подвесной ресторан на высоте свыше 80 м над проезжей частью моста. Многочисленные функции жизнеобеспечения ресторана (подъем посетителей и продовольствия, технологического оборудования, работа кухни, холодильного оборудования, энергообеспечение, аварийная эвакуация посетителей и обслуживающего персонала, водоснабжение и канализация) не совпадают с традиционными функциями моста, предназначенного сугубо для транспортного движения. В свою очередь, движение на мосту создает вибрации в ресторане, что делает его некомфортным для посетителей и обслуживающего персонала. В результате ресторан не функционирует и вопрос – зачем нужен был этот ресторан – по сей день остается без ответа.

Если экстраполировать этот ассоциативный ряд по сакраментальному смыслу наречия «зачем» на инженерные сооружения ответственного назначения, можно оказаться в пространстве фундаментальных вопросов рационального применения различных расчетных схем и моделей мостов с точки зрения надежности и долговечности, с одной стороны, и реальной стоимости сооружений в целом, с другой стороны. С этой точки зрения интересен следующий пример.

4. Вантовый мост через пролив Босфор Восточный на остров Русский в г. Владивостоке.

На начальном этапе проектирования вопрос выбора расчетной схемы мостового перехода находился в двух непересекающихся плоскостях: области рационального применения висячих и вантовых мостов и престиж владения рекордом пролета хотя бы на коротком этапе времени. Соответственно, ответ на вопрос – зачем принята вантовая схема именно с русловым пролетом 1104 м – можно найти на введенном в эксплуатацию вантовом мосту Sutong в Китае пролетом 1088 м. При этом, длину руслового пролета 1104 м можно обосновать гидрологическими условиями. Вместе с тем, вантовые системы мостов по ряду совокупных критериев, в том числе, строительной стоимости и непредсказуемых эксплуатационных затрат в условиях специфических особенностей метеорологии и сейсмике створа мостового перехода и возможности транспортной изоляции острова Русский, нерациональны для пролетов свыше 800 м. Это тем более актуально для «узких» пролетных строений шириной до 30 м, т.е. при соотношении ширины руслового пролетного строения к его длине меньше 1/35.

Табл. 1 содержит полезные сведения о характерных геометрических параметрах некоторых мостов.

Таблица 1.

Сравнение характерных соотношений некоторых мостов

Типы мостов	Мосты	Геометрические параметры мостов, м			Соотношения параметров		ПИЛОН	
		Балка жесткости, м		Главный пролет, м				
		<i>B</i>	<i>H</i>		<i>L</i>	<i>H / L</i>	<i>B / L</i>	<i>H_{пил}</i>
Вантовые мосты	«Московский» Киев	31,4	3,9	300	1/80	1/10	100	1/6*
	Рига	28,6	3,25	312	1/100	1/11	110	1/6*
	«Южный» Киев	41,6	3,5	271	1/77	1/6,5	110	1/5*
	Одесса	14,3	2,0	115	1/60	1/8	44	1/5*
	Салехард	16,0	2,2	100	1/45	1/6	30	1/7*
	Владивосток	30,0	3,5	1104	1/315	1/35	320	1/3,5
	«Эразмус» Роттердам	30,0	2,25	284	1/130	1/10		
Висячие мосты	Такома	11,9	2,44	854	1/350	1/70	130	1/7
	Мессина	52,0	4,7	3300	1/700	1/60	376	1/9

(*) – однопилонные системы

Согласно теории гибких нитей при углах наклона вант меньше 25 градусов польза их применения невелика. Значительная часть несущей способности вант в таких случаях расходуется не по их функциональному назначению. В частности, для самых длинных и, к тому же, самых тяжелых вант моста через пролив Босфор Восточный на о. Русский распределение усилий между вертикальным и продольным компонентами, подчиняющееся «закону синуса», составляет 20 % и 80 %, соответственно. Следовательно, менее 20 % несущей способности вант обеспечивают вертикальную (и крутильную) жесткость вантового моста.

Эту оценку можно считать завышенной, поскольку фактический угол наклона вант в нижней точке их крепления к несущим конструкциям пролетного строения еще меньше за счет значительного провисания.

Таким образом, возникают реальные инженерные проблемы обеспечения надежности и расчетной долговечности вантовых мостов с предельными длинами русловых пролетов.

Принципиальное решение при выборе расчетной схемы любого мостового перехода необходимо принимать в пространстве понятия «стоимость владения сооружением» (по И. Пригожину), а не по оптимальной стоимости моста, поскольку к стоимости изысканий, проектирования, научного сопровождения и строительства моста, изготовления конструкций мостового перехода, обустройства подходов необходимо добавить эксплуатационные затраты. Причем, последние значительно ниже для мостов балочного типа по сравнению с висячими, вантовыми, арочными и другими типами мостов.

В этой связи полезно ознакомиться с диаграммой соотношений строительной стоимости и эксплуатационных затрат с точки зрения оптимальных совокупных затрат для обеспечения оптимальной надежности сооружений (рис. 1).

Расчетная стоимость сооружений определяется финансово-экономическим положением, уровнем развития теории расчетов, состоянием нормативной базы. Кроме того, на стоимость сооружений оказывают влияние уровень знаний о реальном характере работы сооружений и достоверность принимаемых в расчетах нагрузок и воздействий.

– Совокупный объем эксплуатационных затрат: отражает соответствие принятых в расчете нагрузок и воздействий их реальным зна-

чениям и свойств, применяемых материалов, реальным условиям эксплуатации;

– включает стоимость периодических ремонтно-восстановительных работ;

– включает стоимость обновления вследствие морального износа ограждающих элементов и конструкций;

– учитывает утраченную прибыль при выполнении ремонтно-восстановительных работ и обновлений.

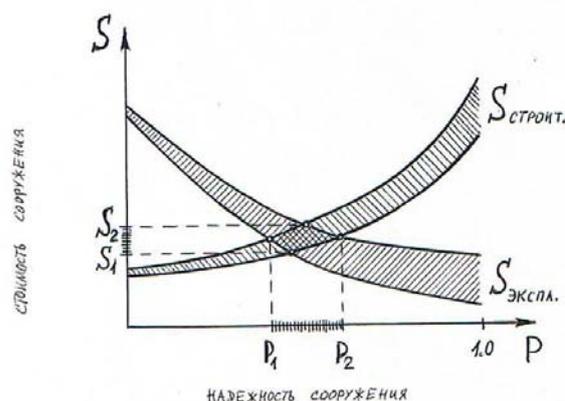


Рис. 1. Взаимозависимость строительной стоимости $S_{\text{строит.}}$ и эксплуатационных затрат $S_{\text{экспл.}}$ при заданном уровне надежности сооружения:

$P_{\text{опт}} = (P_1, P_2)$ – оптимальный диапазон надежности сооружения;

$S_{\text{опт}} = (S_1, S_2)$ – диапазон оптимальных затрат на строительство и эксплуатацию сооружения

Оптимальный диапазон надежности относится к сооружению в целом и едва ли целесообразно распространять его на вспомогательные и ограждающие конструкции, ресурс которых намного ниже расчетной долговечности несущих конструкций. Более важным требованием для них следует считать возможность ремонтпригодности или заменяемости, в том числе в случае морального и физического старения (износа).

Из этого логического ряда выпадают случаи принятия решений на исторических, архитектурно-эстетических, религиозных, военных, стратегических и иных принципах неэкономического характера.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Казакевич, М. И. Аэродинамика мостов [Текст]: краткий курс лекций / М. И. Казакевич. – Д.: Изд-во «Ли́ра», 2012. – 186 с.
2. Корнеев, М. М. Стальные мосты: теоретическое и практическое пособие по проектированию

мостов [Текст]: в 2 т. Т. 1. – К.: Изд-во «Академпресс», 2010. – 532 с.

3. Перельмутер, А. В. Избранные проблемы надежности и безопасности строительных кон-

струкций [Текст] / А. В. Перельмутер. – К.: Изд-во УкрНИИПСК, 1999. – 212 с.

Поступила в редколлегию 14.05.2012.
Принята к печати 28.05.2012.

М. І. КАЗАКЕВИЧ (ДІПТ)

ПРО РЕАЛЬНУ ВАРТІСТЬ СПОРУД

Стаття присвячена оцінці реальної вартості споруди, тобто вартості володіння спорудою. Традиційно вона включає оптимальну вартість будівництва мосту, в тому числі вишукування, проектування, наукового супроводу, виготовлення усіх елементів мостового переходу, облаштування підходів. Разом з тим, вона враховує експлуатаційні витрати: вартість періодичних ремонтно-відновлюваних робіт протягом усього строку експлуатації, оновлення огорожуючих елементів конструкцій внаслідок морального і/чи фізичного зносу, втрачений прибуток у зв'язку з виконанням оновлень чи ремонтно-відновлювальних робіт.

Ключові слова: вартість володіння спорудою, оптимальний діапазон надійності, експлуатаційні витрати

MICHAEL KAZAKEVITCH (Dniepropetrovsk National University of Railway Transport)

THE REAL COSTS OF THE STRUCTURES

The presentation deals with the assessment of the structure real costs, i.e. structure ownership costs. Traditionally the costs comprise the optimum structure costs – the investigations, scientific research, construction, all passage element production, the structure approach arrangement including. At the same time the takes info consideration the exploitation expenses: the costs of the periodical reconditioning operations during the whale service life the costs of the structure railing element renovation due to the moral and/or physical depreciation and the profits reconditioning and restoring operation.

Keywords: the structure ownership costs, the reliability optimum range, exploitation costs