

$\sigma_{z0,g}$ – давление на грунт от стенового блока, кПа

Из (1) давление на уплотненный грунт от стенового блока будет равно

$$\sigma_{z0,g} = (N \cdot l - b_{np} \cdot l \cdot n \cdot \sigma_{z0,o}) / [b_c \cdot l(n-1)], \quad (2)$$

и оно не должно превышать расчетного сопротивления уплотненного грунта $R_{упл}$. Если $\sigma_{z0,g}$ будет больше $R_{упл}$, то необходимо уплотнить грунт или увеличить ширину фундаментной плиты.

Осадка уплотненного грунта $S_{упл}$ вследствие жесткой конструктивной схемы здания, будет равна осадке плиты S_n , т.е.

$$S_{упл} = S_n. \quad (3)$$

Если необходимо определить напряжения и деформации в грунтовом основании по глубине, то можно использовать уравнения теории упругости для плоской задачи с применением метода конечных разностей. Методика решения такой задачи изложена в монографии [5].

При устройстве комбинированного ленточного фундамента, где часть железобетонной ленты заменяется уплотненным грунтом (рис. 2) можно установить, что экономия железобетона в зависимости от ее ширины и может составлять от 10% до 40%

Заключение. Применение комбинированных ленточных фундаментов, особенно при строительстве малоэтажных зданий, где ши-

рина ленточного фундамента сравнима с шириной фундаментной стены, вследствие частичной замены железобетонных плит на уплотненный грунт, дает возможность получить более экономичные их конструкции с экономией железобетона до 40%. При этом, путем регулирования длины отдельных грунтовых участков фундамента, можно выравнивать их осадку для всего здания.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Основания, фундаменты и подземные сооружения: справочник проектировщика / Под общей редакцией Е.А. Сорочана. – М.: Стройиздат, 1985.
2. Ленточный фундамент: А.с. 947286 (СССР) / М.И. Фидаров, В.С. Заварин – Опубликовано в Б.И., 1983. – № 45.
3. Комбинированный ленточный фундамент: патент на полезную модель №6204, класса Е 02D 27/01 / Грицук М.С.; выданный 2009.05.25.(ВУ).
4. Основания зданий и сооружений. Утв. ком. СССР по делам строительства 05.12.83 взамен СНиП II-15-74: СНиП 2.02.01-83. Срок введения 01.01.85/ НИИОСП им. Н.М. Герсеванова. – М.: Стройиздат, 1985. – 40 с.
5. Грицук, М.С. Рациональные конструкции плитных фундаментов. – Брест: Брестский политехнический институт, 1997. – 218 с.

Материал поступил в редакцию 11.04.13

GRITSUK M. S., CHUMICHEV N. V., GRITSUK A.M. Design of the combined tape base

The design of the combined tape base consists of the combined reinforced concrete plates located at a certain distance which is filled with the condensed soil. The condensed soil perceives loading from wall blocks and is part of the tape base. Replacement of reinforced concrete plates with the condensed soil gives the chance to reduce the consumption of materials by the device of the tape base by 10% to 40%.

УДК 624.014.27(476.7)

Драган В.И., Шурин А.Б., Шалобыта Н.Н.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВИСЯЧЕГО ПЕШЕХОДНОГО МОСТА ЧЕРЕЗ РЕКУ БУГ В РАЙОНЕ ПОГРАНИЧНОГО ЗНАКА № 1265 в г. БРЕСТЕ

Результаты технической экспертизы. Техническая экспертиза висячего моста через реку Буг в районе пограничного знака № 1265 в г. Бресте проведена специалистами кафедры строительных конструкций БрГТУ. Время постройки – 50–60 гг. XX века. Пролет моста по осям пилонов – 143,25 м. В соответствии с [10] по статической схеме данный мост относится к висячим. Общий вид моста до реконструкции приведен на рисунке 1.



Рис. 1. Общий вид моста до реконструкции
Главным несущим элементом такого моста являются четыре

гибкие криволинейные нити (каната), которые опираются на стальные пилоны, поддерживающие с помощью подвесок пешеходную часть моста. Канаты расположены по два на каждой паре пилонов. На этапе технической экспертизы по результатам испытания проволоки, отобранных из прядей канатов, несущая способность по значению временного сопротивления стали при испытаниях каната в целом составила $N_{un} = 1060$ кН. Следовательно, в конструкции моста применены канаты двойной свивки с органическим сердечником (типа ТЛК-О конструкции) диаметром 50 мм по ГОСТ 3079 [6]. Усилие натяжения канатов передается на прямоугольные анкерные устройства размерами в плане 7,1×6,0 м, выполненные из монолитного железобетона. Верх анкерных устройств находится на одной отметке с поверхностью земли, глубина заложения – до 2,8 м.

Пилоны подвесного моста выполнены в виде пространственной стержневой пирамидальной четырехгранной фермы. Высота пилона – составляет 10 м, что составляет 1/14 пролета. Нижнее основание пирамиды – прямоугольное в плане с размерами в осях 2270 x 1078 мм, верхнее – 760 x 566 мм. Стойки пилона имеют коробчатое сечение и выполнены из двух швеллеров стальных горячекатаных №30 по ГОСТ 8240. Раскосы и стойки выполнены из равнополочных уголков 140x12 по ГОСТ 8509. На оголовке пилонов установлены катки диаметром в опорной части и месте опирания канатов 100 мм (двух каналов), в средней части диаметром 160 мм [1, 5]. Общий вид оголовка пилонов приведен на рисунке 2.

Драган Вячеслав Игнатьевич, кандидат технических наук, доцент, профессор кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Шурин Андрей Брониславович, кандидат технических наук, ст. преподаватель кафедры строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Шалобыта Николай Николаевич, кандидат технических наук, зав. кафедрой строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура



Рис. 2. Общий вид оголовка пилонов и опорных катков

При обследовании с целью определения геометрии провисания канатов была проведена тахеометрическая съёмка моста. Стрела провисания канатов на момент обследования составила 10,495 м. С учетом длины подвесок в средней части моста (2 м) можно заключить, что полотно моста «провисло» по отношению к горизонту на величину около 2-х метров. Часть подвесок «оторвана» от полотна, полотно моста частично разрушено. Мост не способен воспринимать проектные нагрузки и не обладает требуемой жесткостью. Необходимо перепроектирование полотна моста [5].

Конструктивное решение. По статической схеме в соответствии с [10] запроектированный мост представляет собой комбинированную систему. Пролетное строение моста выполнено в виде трехпролетной неразрезной пространственной арочной фермы: крайние пролеты имеют длину 29,93 м, центральный пролет – 79,5 м.

Применение трехпролетной схемы обусловлено недостаточной несущей способностью канатов и технико-экономическими показателями. Тогда расчетное растягивающее усилие в канатах составит

$$N_{dh} = \frac{N_{un}}{\gamma_m} \cdot m \cdot m_1 = \frac{1060}{1,6} \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 530 \text{ кН},$$

где γ_m – коэффициент надежности по материалу для стальных канатов, $\gamma_m = 1,6$ [7, 10];

m – коэффициент условий работы стального каната, принимаемый по т. 58 [10], $m = 0,8$;

m_1 – коэффициент условий работы канатов в зоне отгибов, принимаемый по прил. У [10], $m_1 = 1,0$.

Поэтому на стадии проектирования расчётное продольное усилие в канате было ограничено (300..400) кН.

Общий вид моста приведен на рисунке 3.

Основными элементами пространственной стальной арочной фермы являются 2 плоские стальные арки с высотой по осям поясов 2,0 м. Длина панели верхнего пояса по осям узлов – 4958 м. Ширина пролетного строения по осям пилонов – 4,28 м. Из условия транспортирования и монтажа арочная ферма разбита на 7 пространственных отправочных блоков.

Пояса ферм выполнены в виде сварной коробки из листовой стали по ГОСТ 19903 класса С345 по ГОСТ 27772. Высота и ширина 200 мм.

Толщина листов сварной коробки переменная и принималась в зависимости от эпюры изгибающих моментов на опорах и в пролете и соответствующей величины продольного усилия в поясах фермы. Наибольшее сечение по площади принято на первой промежуточной опоре и в центральном пролете, что соответствует наибольшему изгибающему моменту, наименьшее – в точке нулевых моментов.



Рис. 3. Общий вид моста в процессе строительства

Применение сварной коробки в поясах обусловлено недостаточной несущей способностью гнутосварных замкнутых профилей по ГОСТ 30245. Прочностные расчеты на стадии архитектурного проекта позволили установить, что использование горячекатаных профилей в качестве поясов увеличивает расход металла на 30..35 %. Технология проектирования и изготовления таких сечений была использована при проектировании и строительстве дворца водных видов спорта в г. Бресте. Применение сварной коробки позволило обеспечить общую устойчивость верхнего пояса на участках между прогонами, т.к. в соответствии с требованиями ТКП ЕН 1993-1-1 [9] прямоугольные коробчатые сечения не подвержены потере устойчивости плоской формы изгиба.

Решетка фермы треугольная, выполнена из труб стальных гнутых замкнутых сварных квадратных по ГОСТ 30245: гн.□120x7, гн.□100x5, гн.□80x4 из стали С345 по ГОСТ 27772.

В узлах верхнего и нижнего поясов в местах крепления раскосной решетки в районе «носки» и «пятки» для обеспечения местной устойчивости стенок поясов и поясов на продавливание раскоса приварены ребра жесткости (рис. 4).

По верхнему поясу в узлах ферм расположены поперечные балки из двутавров стальных горячекатаных 20Б1 по ГОСТ 26020. В середине пролета поперечных балок расположен швеллер 20П по ГОСТ 8240, который используется в качестве промежуточной опоры для брусьев настила моста.

Центральная секция поддерживается при помощи подвесок, выполненных из труб $\varnothing 60 \times 5$ мм, расположенных в узлах ферм. Подвески, с контролируемым натяжением, крепятся к канатам при помощи стальных пластин с пазами и болтов.

Пространственная жесткость моста обеспечивается при помощи плоских вертикальных связевых ферм, поперечных балок из двутавров стальных горячекатаных 20Б1 по ГОСТ 26020, расположенных в каждом узле верхнего пояса, и крестовых связей из проката стального круглого горячекатаного $\varnothing 24$ мм по ГОСТ 2590 с включением в работу деревянного настила. Повышение вертикальной жесткости моста обеспечивается также за счет предварительного натяжения канатов и их жесткого присоединения к пространственной ферме в середине пролета (рис. 4) [2].

По краям (по осям 2 и 5) пространственная ферма опирается на существующие береговые железобетонные опоры, служащие также фундаментами под стальные пилоны. В процессе реконструкции был произведен их ремонт, включающий в себя очистку поверхностей, восстановление поврежденного коррозией слоя бетона с последующим домоноличиванием бетоном класса С20/25, W6, F200.

Промежуточные опоры (по осям 3 и 4) представляют собой сталежелезобетонные буронабивные сваи. Количество свай на каждой промежуточной опоре – 2. В качестве обсадной трубы принята электросварная труба $\varnothing 1220 \times 10$ по ГОСТ 10704 из стали С245 по ГОСТ 27772. Бетонирование свай выполнено с применением бетона класса С20/25, W6, F200 с маркой по самонапряжению Sp0,6. Рабочая арматура в каркасе представлена 8-ю стержнями $\varnothing 20$ S500, распределительная – $\varnothing 8$ S500.

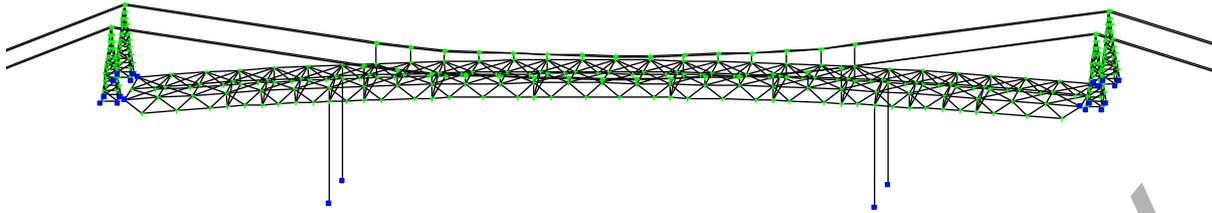


Рис. 6. Конечно-элементная модель моста

Численное моделирование. Статический расчет покрытия производился с использованием ПК «ЛИРА» и контролировался по методикам, изложенным в нормативных документах. В основе данного программного комплекса лежит метод конечных элементов, реализованный в форме метода перемещений.

Статический расчет выполнялся в геометрически-нелинейной постановке. При расчете геометрически-нелинейных систем считается, что закон Гука соблюдается и на каждом шаге для стержневых элементов при построении матрицы жесткости происходит учет продольной силы.

Канаты моделировались геометрически-нелинейным универсальным пространственным стержневым элементом (нить) – КЭ 310. Для учета геометрической нелинейности считается, что на каждом шаге выполняется закон Гука ($\sigma_x = E \cdot \epsilon_x$), а входящая в это выражение деформация имеет следующий вид

$$\epsilon_x = \frac{du}{dx} + \frac{1}{2} \left[\left(\frac{du}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dv}{dx} \right)^2 + \left(\frac{dw}{dx} \right)^2 \right] - z \frac{d^2 w}{dx^2} - y \frac{d^2 w}{dx^2} \quad (1)$$

Предварительное натяжение канатов создавалось специальным стержневым конечным элементом предварительного натяжения – КЭ 308. Первое нагружение данного элемента в расчетной схеме обеспечивает появление в нем заданного усилия. Для последующих нагружений КЭ 308 работает как нить (КЭ 310) [2, 3].

Конечно-элементная модель моста представлена на рисунке 6.

Расчет производился на следующие виды нагрузок:

- предварительное натяжение канатов;
- нагрузка от собственного веса (вес полотна моста, деревянного настила, освещение и ограждение);
- временная нагрузка (нормативное значение 4 кПа), приложенная по различным схемам нагружения;
- подвижная нагрузка 30 кН.

Монтаж. Строительство пешеходного моста осуществлялось комплексным потоком и охватывало следующие виды работ:

- инженерная подготовка территории;
- демонтаж остатков конструкций дорожного полотна моста;
- демонтаж стальных подвесок;
- частичная засыпка русла с параллельным устройством искусственной насыпи для установки монтажных кранов;
- забивка металлических обсадных труб;
- выемка грунта и установка в трубу арматурных каркасов и последующее их бетонирование;
- натяжение стальных канатов для уменьшения стрелы провисания;
- монтаж полотна моста пространственными блоками;
- натяжение канатов путем опускания пролетного строения моста на проектные отметки;
- монтаж деревянных прогонов и настила;
- антисептическая и антикоррозийная обработка конструкций моста.

Отсыпка монтажных площадок осуществлялась с двух сторон реки до промежуточных опор в осях 3 и 4, которые в дальнейшем были укреплены дорожными плитами. Монтаж полотна моста производился пространственными блоками. С каждого берега монтировались по две секции длиной по 40 м, которые опираются на фундаменты под пилоны и промежуточные опоры. Крайние тросы со стороны установки кранов были опущены в воду, а с другой стороны моста – оттянуты в сторону от монтируемой конструкции. Централь-

ный пролет моста длиной 60 м, состоящий из трех секций, собирался на правом берегу реки на специальной монтажной площадке и далее с помощью блоков и лебедок затягивался на понтонный мост. Подъем секции осуществлялся двумя кранами типа ДЭК-251 (рис. 7). Длина стрелы составила 30 м, вылет 15 м. Грузоподъемность кранов на указанном вылете составила 12 т. Вес поднимаемой секции моста по чертежам КМД не превышал 22 т.



Рис. 7. Монтаж центрального пролета моста длиной 60 м двумя кранами ДЭК-251

Поднятая секция соединялась с смонтированными ранее с помощью равнопрочного сварного стыкового соединения, разработанного также специалистами кафедры строительных конструкций БрГТУ. Проведенные предварительные расчеты среднего пролета моста на нагрузки от собственного веса показали наличие запаса несущей способности, что дало возможность монтажа конструкции длиной 60 м (рис. 7).

Предварительное натяжение канатов создавалось весом металлических конструкций моста. Для этих целей пролетное строение моста было установлено на временные опоры на величину выше проектной отметки на 700 мм. После жесткого присоединения канатов в центральных узлах ферм (рис. 3), полотно моста длиной около 140 м с использованием гидравлических домкратов было опущено до уровня проектных отметок основных опор. В результате такой технологии монтажа в каждом канате создавалось усилие величиной 71,1 кН.

СПИСОК ЦИТИРОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Горев, В.В. Металлические конструкции: в 3 т. / В.В. Горев [и др]: под общ. ред. В.В. Горева. – 3-е изд., испр. – М.: Высш. шк., 2005. – Т. 3: Специальные конструкции и сооружения. – 544 с.
2. Городецкий, А.С. ПК ЛИРА, версия 9. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций: справочно-теоретическое пособие / А.С. Городецкий [и др]: под общ. ред. А.С. Городецкого. – М.: Факт, 2003. – 464 с.
3. Лира версия 9.0. Программный комплекс для расчета и проектирования конструкций: справочно-теоретическое пособие. – Киев: Факт, 2003. – 472 с.
4. Кирсанов, Н.М. Висячие и вантовые конструкции: учеб. пособие для вузов / Н.М. Кирсанов. – М.: Стройиздат, 1981. – 158 с.
5. Обследование технического состояния строительных конструкций подвесного моста через реку Буг в районе пограничного зна-

- ка № 1265: Научно-технический отчет по хозяйственному дозору № 11/83 от 17.01.2011. – Брест: БрГТУ. – 2011. – 42 с.
6. Государственный стандарт Союза ССР. Канаты стальные. Канат двойной свивки типа ТЛК-О конструкции 6'37(1+6+15+15)+1 о.с. Сортамент: ГОСТ 3079-80*. – М.: ИПК из-во стандартов, 1996.
 7. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Стальные конструкции: СНиП II-23-81*. – М.: Госстрой СССР: ЦНИТП, 1990. – 96 с.
 8. Строительные нормы и правила. Нормы проектирования. Нагрузки и воздействия: СНиП 2.01.07-85. – М.: Госстрой СССР: ЦНИТП, 1986. – 36 с.
 9. Технический кодекс установившейся практики. Еврокод 3. Проектирование стальных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий: ТКП EN 1993-1-1-2009. – Мн.: Минархстрой РБ, 2010. – 67 с.
 10. Технический кодекс установившейся практики. Мосты и трубы. Строительные нормы проектирования: ТКП 45-3.03-232-2011. – Мн.: Минархстрой РБ, 2012. – 299 с.

Материал поступил в редакцию 12.02.13

DRAGAN V.I., SHURIN A.B., SHALOBYTA N.N. Reconstruction of a hanging footbridge over the River Bug in the border marker number 1265 in the city of Brest

The results of the static examination of a suspension bridge over the River Bug were made in the city of Brest. Presented by the new design of the bridge, result of its numerical simulations, the installation conditions.

УДК 338.364:657.922

Кочурко А.Н., Хоронжевская А.Ю.

АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОЦЕССА ОЦЕНКИ ОБЪЕКТОВ НЕДВИЖИМОСТИ СРАВНИТЕЛЬНЫМ ПОДХОДОМ

Введение. Сравнительный подход (сравнительный метод оценки) представляет собой совокупность методов расчета стоимости объекта недвижимости, основанных на информации о рыночных ценах объектов-аналогов с последующей корректировкой их стоимости по элементам сравнения. Под рыночными ценами объектов-аналогов понимаются цены сделок, цены предложения или спроса по объектам недвижимости в зависимости от имеющейся информации [1, п. 10.1]. Сравнительный подход базируется на принципе спроса и предложения, в соответствии с которым цена на объект недвижимости определяется в результате взаимодействия сил спроса и предложения на объект в данном месте, в данное время и на данном рынке, и на принципе замещения, который гласит, что осведомленный покупатель никогда не заплатит за какой-либо объект недвижимости больше суммы, в которую обойдется приобретение недвижимости аналогичной полезности.

Сравнительный подход применяется в том случае, если рынок объекта оценки активен, т.е. на дату оценки имеется информация о достаточном для оценки количестве сделок или предложений. Например, сравнительный подход позволяет получить достаточно хорошие результаты для оценки квартир, земельных участков. Его практически никогда не применяют для объектов специального назначения (церквей, школ, стадионов и т.п.), у которых нет рынка или их рынок является ограниченным. Сравнительный подход при наличии достаточного количества данных позволяет получить хорошие и, что очень важно, легко объяснимые результаты оценки стоимости.

В сравнительном подходе различают две группы методов анализа корректировок. Выбор методов расчета стоимости зависит от исходной информации по объекту оценки и объектам-аналогам, имеющейся в распоряжении у оценщика. При этом используют методы расчета стоимости, которые представлены на рисунке 1.

Наиболее часто в оценочной деятельности используются методы количественного анализа. Эти методы при наличии хорошей базы данных позволяют получить очень хорошие и убедительные результаты.

Постановка задачи. Сравнительный подход оценки рыночной стоимости основан на сравнении объекта оценки с аналогичными объектами недвижимости, которые были проданы или включены в реестр на продажу. Основой применения сравнительного подхода

оценки является тот факт, что стоимость объекта оценки непосредственно связана с ценой продажи аналогичных объектов. Каждая сопоставимая продажа сравнивается с оцениваемой недвижимостью. В цену сопоставимой продажи вносят поправки, отражающие существенные различия между ними.

В ходе обследования процесса автоматизации выявлена необходимость и поставлена задача создания программы, которая автоматизировала бы процесс оценки объектов недвижимости сравнительным подходом.

Основными причинами необходимости создания программы являются:

1. Большая трудоемкость, сопряженная с изучением рынка недвижимости и особенно того сегмента, к которому принадлежат данные объекты, выявлением тех объектов недвижимости, которые наиболее сопоставимы с оцениваемым объектом.

2. Увеличение трудоемкости и снижение скорости работы в связи со сбором и проверкой информации по каждому отобранному объекту, сравнением каждого объекта с оцениваемым по времени продажи, местоположению, физическим характеристикам, условиям продажи.

3. Усложнение процесса корректировки цен продажи по каждому сопоставимому объекту в соответствии с имеющимися различиями между ним и оцениваемым объектом при значительном объеме объектов-аналогов.

4. Увеличение трудоемкости при значительном объеме по согласованию скорректированных цен сопоставимых объектов недвижимости и выводу стоимости оцениваемого объекта.

Выбор элементов сравнения. Для выполнения поставленной задачи была собрана база объектов-аналогов на основе данных РУП «Брестское агентство по государственной регистрации и земельному кадастру» и интернет-ресурсов [2, 3, 4]. При изучении [1] для обработки исходных данных были выбраны следующие корректировки:

1. Корректировка на состояние рынка (время продажи) выполняется в случае, если со времени продажи объекта-аналога прошло более одного месяца при условии изменения цен на рынке недвижимости. Изменение рыночных условий может произойти в результате принятия новых налоговых норм, введения запрета на строительные работы, а также в связи с колебанием спроса и предложения. Иногда несколько экономических факторов совместно влияют

Кочурко Анатолий Николаевич, профессор кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

Хоронжевская Анжела Юрьевна, магистрант кафедры экономики и организации строительства Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БрГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.

Строительство и архитектура