

## Проектирование автодорожных мостов

### ОБОБЩЕННАЯ КОНСТРУКТИВНАЯ ФОРМА СТАЛЕЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ДВУХПИЛОННЫХ ВАНТОВЫХ АВТОДОРОЖНЫХ МОСТОВ И БЛОК-СХЕМА ПРОГРАММЫ АВТОМАТИЗАЦИИ ИХ ПРОЕКТИРОВАНИЯ

П.М. САЛАМАХИН, *д-р техн. наук, профессор*

ЛЕ ВАН МАНЬ, *аспирант*

Московский автомобильно-дорожный институт (ГТУ), *pavel-salamahin@mail.ru*

В статье приведены обобщенная конструктивная форма сталежелезобетонных автодорожных вантовых мостов и блок-схема программы автоматизации их проектирования, на основе которых разрабатывается соответствующая программа автоматизации проектирования.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: сталежелезобетонные вантовые мосты, автоматизация проектирования, блок – схема, обобщенная конструктивная форма

#### 1. Принятая обобщенная конструктивная форма сталежелезобетонных двухпилонных вантовых мостов

Будем проектировать вантовые мосты (рис.1), состоящие из двух пилонов, сталежелезобетонную балку жесткости и произвольное количество вант, прикрепленных по симметричной схеме к верху пилонов и к узловым точкам балки жесткости. Кроме того, верх пилонов будем крепить к неподвижным точкам в телах устоев специальными крайними вантами-оттяжками.

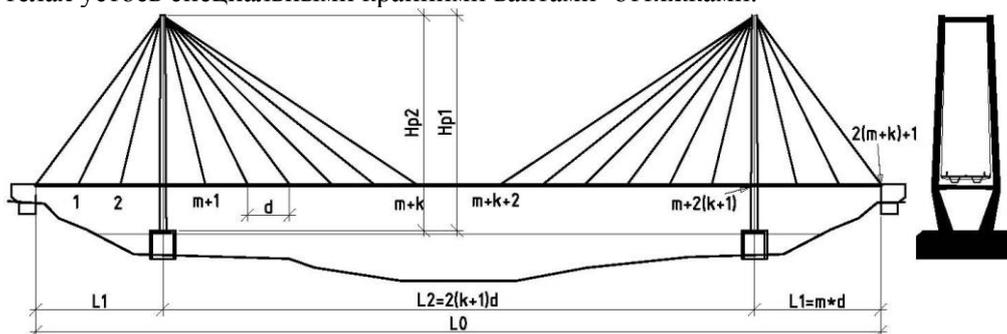


Рис. 1. Обобщенная схема моста

Обозначим расстояние между концами балки жесткости и пилонами  $L_1$ , а расстояние между пилонами  $L_2$ . Общую длину  $L_0$  балки жесткости  $L_0 = L_2 + 2L_1$ , высоту пилон над уровнем проезжей части  $HP_1$ , полную высоту деформируемой части пилон  $HP_2$ . Значения  $L_2$  и  $L_1$  предполагается принимать с учетом профиля преграды и экономических соображений. Будем считать, что узлы крепления вант к балке жесткости по всей её длине располагаются на равных расстояниях  $d$ , при этом в пределах крайних пролетов может быть по  $m$  узлов, а в пределах среднего пролета  $2k + 1$  узлов, где  $m$  и  $k$  произвольные числа. Общее количество узлов крепления вант на балке жесткости может быть любым, но по конструктивным соображениям оно должно быть нечетным. В середине основного пролета находится узел, порядковый номер которого равен  $(m + k) + 1$ , к которому ванты не присоединяются. Общее количество узлов составляет  $N = 2(m + k) + 1$ , при том  $L_1 = md$ ,  $L_2 = 2(k + 1)d$ , а  $L_0 = 2(k + 1)d + 2md = 2(m + k + 1)d$ . Пронумеруем узлы балки жесткости, в которых могут быть закреплены ванты и приложены постоянные и временные нагрузки, от 1 до  $N = 2(m + k) + 1$ .

Будем исходить из того, что на левом устое балка жесткости имеет неподвижную, а на правом подвижную опорные части. Особо отметим, что балку

жесткости не предполагается опирать непосредственно на пилоны во избежание возникновения значительных отрицательных изгибающих моментов. Балка жесткости в узлах  $m$  и  $m + 2(k + 1)$  будет подвешена на вертикальных вантах, линейной жесткости которых можно будет придавать различное значение, что позволит моделировать пилон и как жесткую опору.

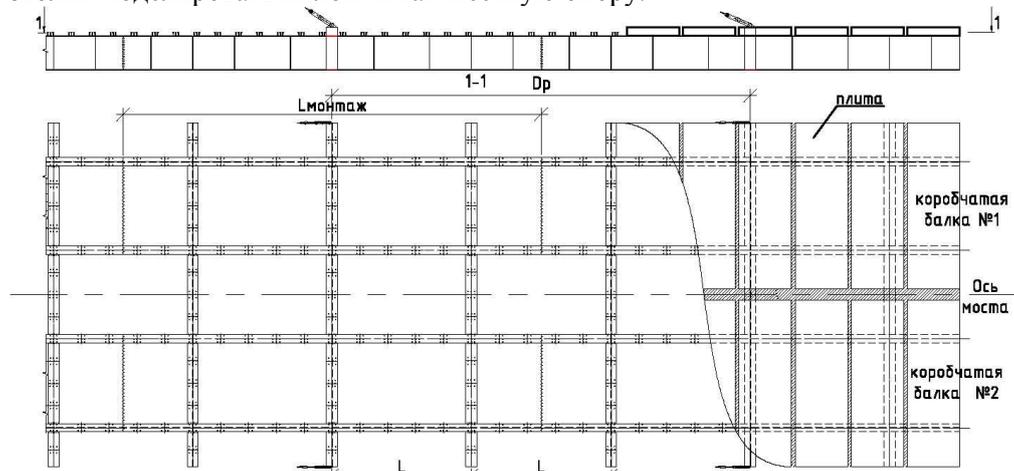


Рис. 2. Часть фасада и план балки жесткости вантового моста

На рис. 2 приведена часть фасада сталежелезобетонной балки жесткости между узлами крепления вант и её план. Сталежелезобетонная балка жесткости принята с поперечным сечением, имеющем две металлические коробки с наклонными стенками, верхний пояс которых объединяется с железобетонной плитой гибкими цилиндрическими упорами с головками, и нижний пояс в виде ортотропной плиты. Стенки балок укреплены поперечными ребрами жесткости для обеспечения их местной устойчивости, по которым с шагом  $L$  (рис. 2) размещены поперечные балки проезжей части. Главные балки объединяются в плоскостях крепления вант диафрагмами (рис. 3) и поперечными балками (рис. 4), Цилиндрические упоры расположены по верхним поясам поперечных балок и диафрагм (рис. 2).

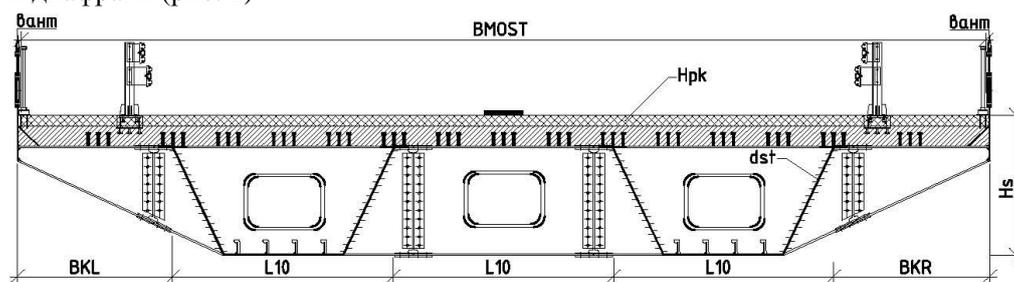


Рис. 3. Обобщенная форма поперечного сечения балки жесткости в плоскости крепления вант

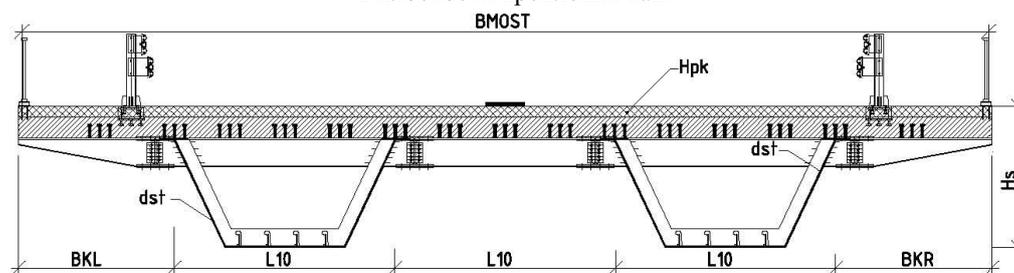


Рис. 4. Обобщенная форма поперечного сечения балки жесткости в плоскости поперечных балок проезжей части

Обобщенная конструктивная форма поперечного сечения пилона (рис. 5) принята в виде двух ветвей, установленных на расстоянии  $B_0$ , каждая из которых принята в виде прямоугольной коробки высотой  $B_x$  и шириной  $B_y$ . Боковые стенки этой коробки выполнены из стального листа толщиной  $d$ , укрепленного продольными и поперечными ребрами. Расстояние между продольными ребрами  $L30$  ветви пилона принимается из условия обеспечения устойчивости листа, а расстояние между поперечными ребрами  $L20$  из условия минимального расхода материала.

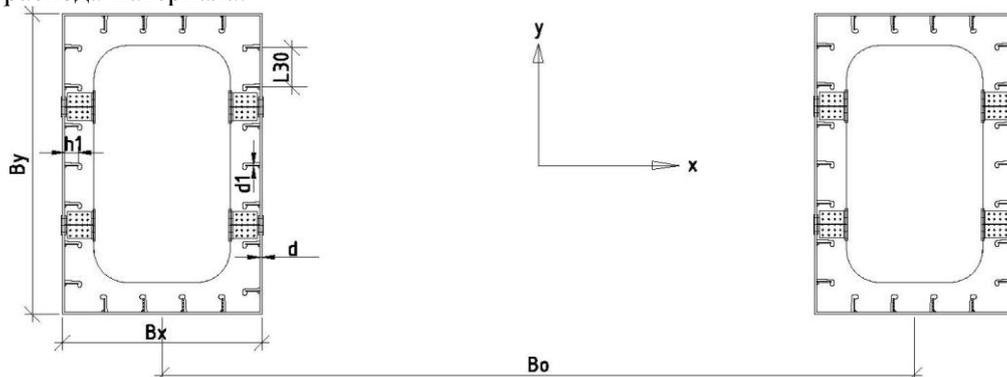


Рис. 5. Обобщенная форма поперечного сечения пилона

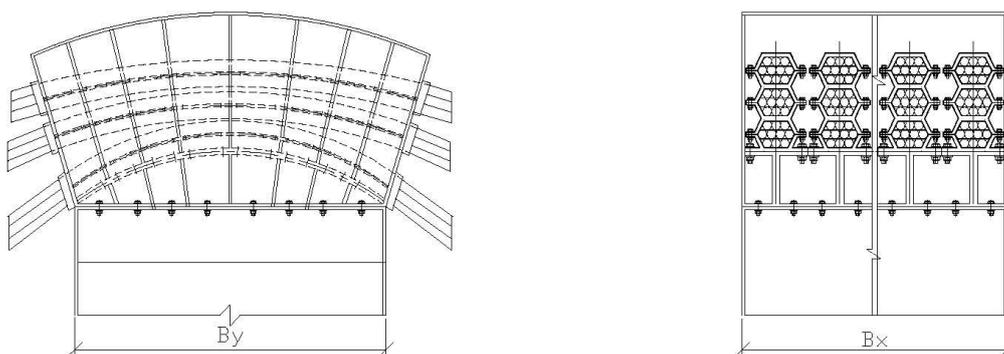


Рис. 6. Обобщенная конструкция узла крепления вант на верху пилона

На рис. 6 приведена принятая обобщенная конструкция узла крепления вант на верху пилона.

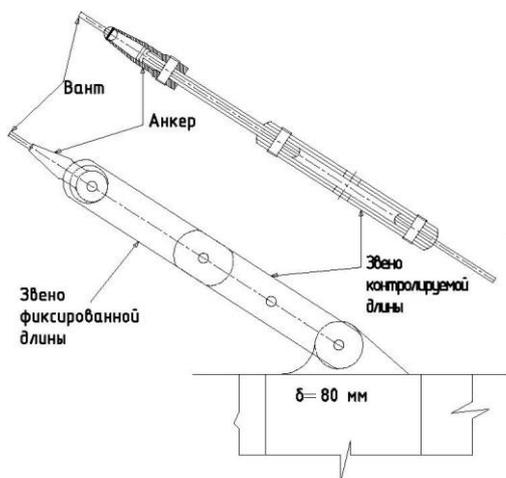


Рис. 7. Обобщенная конструкция крепления вант к балке жесткости

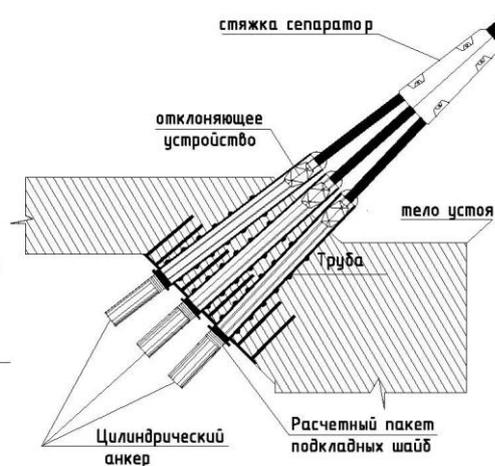
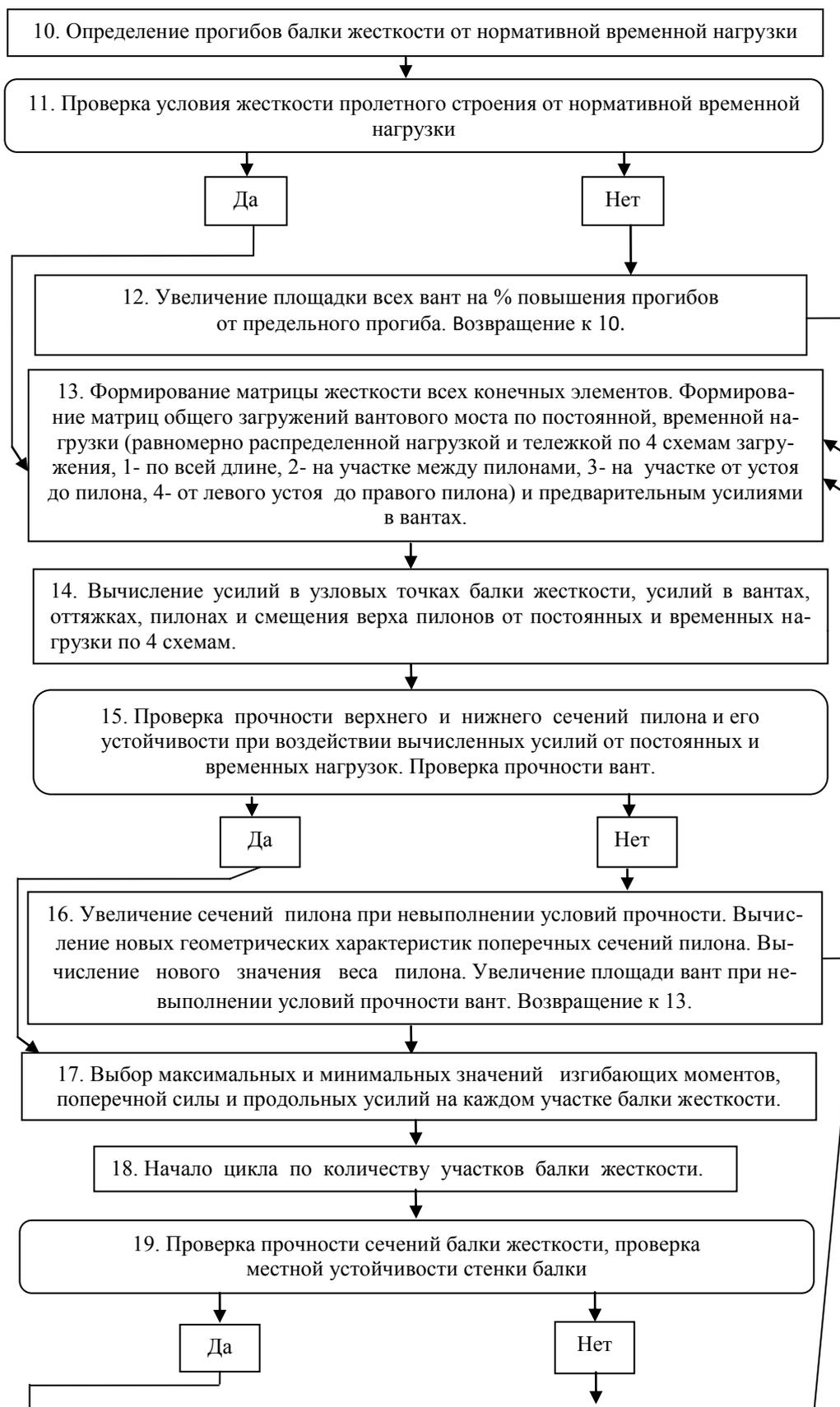


Рис. 8. Обобщенная конструкция крепления оттяжки в теле устоя

На рис. 7 и 8 приведены принятые конструкции узлов крепления вант к балке жесткости и крепления оттяжек к устоям. Размеры всех элементов пролетного строения и пилонов вантового моста будут определяться с учетом удовлетворения условий прочности и жесткости, местной устойчивости элементов под воздействием возникающих силовых факторов в соответствии с ниже приведенной блок-схемой программы автоматизации проектирования вантового моста с принятой обобщенной конструктивной схемой.

## 2. Принятая блок-схема разработанной программы АПВМ







#### Л и т е р а т у р а

- 1) Саламахин П.М. Проблемы и концепция автоматизации проектирования и оптимизации конструкции мостов// Транспортное строительство. – 2004. – № 4. – С. 20 – 23.
- 2) Саламахин П.М. Инженерные сооружения в транспортном строительстве/ П.М. Саламахин, Л.В. Маковский, В.И. Попов. – М: Изд. центр “Академия”, 2007. – 272 с.
- 3) Бычковский Н.Н. Сталежелезобетонные мосты/ Н.Н. Бычковский, В.П. Акатов, В.П. Величко, С.И. Пименов. – М: Саратовский гос. технический ун-т, 2006. – 592 с.
- 4) Бычковский Н.Н. Вантовые мосты/ Н.Н. Бычковский, С.Н. Бычковский, С.И. Пименов. – М: Саратовский государственный технический университет, 2007.

### **THE GENERALIZED CONSTRUCTIVE FORM OF TWO-PYLON CABLE-STAYED COMPOSITE BRIDGES AND THE FLOW-CHART OF PROGRAM OF THEIR DESIGN OPTIMIZATION**

Salamahin, P.M., Le Van Manh

This article presents the generalized constructive form of two-pylon cable-stayed composite bridges and the flow - chart of program of design optimization that provides the basis for developing the corresponding program of design optimization.

**KEY WORDS:** the two-pylon cable-stayed composite bridges, design optimization, flow - chart, generalized constructive form.

