

СТРОИТЕЛЬНЫЕ КОНСТРУКЦИИ

А. Г. АКОПЯН

ОБ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРАХ ФЕРМ С УДЛИНЕННЫМИ
РАДИАЛЬНЫМИ ВАНТАМИ

В статье [1] приводится общее решение и стандартная программа расчета предложенной автором фермы с удлиненными радиальными вантами. По этой программе были вычислены ординаты линий влияния узловых моментов и нормальных усилий в балке жесткости, усилий в вантах и перемещений узлов фермы для основного варианта (рис. 1), имеющего следующие характеристики: модуль упругости материала балки $E = 0,21 \cdot 10^6$ кг/см², момент инерции сечения балки $I = 22,06 \cdot 10^8$ см⁴, модуль упругости материала вант и оттяжек $E_1 = 1,6 \cdot 10^6$ кг/см², площадь сечения вант $F = 131,6$ см², площадь сечения оттяжек $F_1 = 263,2$ см², проекция оттяжки $b = 42$ м, высота пилона $h = 27$ м, эксцентриситет пропуска вант под балкой жесткости $d = 1$ м, длина панели фермы $a = 21$ м. Эти характеристики соответствуют среднему пролету построенного через реку Днепр в Киеве трехпролетного радиально-вантового моста с железобетонной балкой жесткости. В следующих семи вариантах изменялась величина момента инерции сечения балки жесткости в пределах $I = 0,005$ м⁴—1,4 м⁴. В вариантах 9—12 изменялся эксцентриситет пропуска вант под балкой жесткости в пределах 0—140 см. В вариантах 13—18 при фиксированной величине d изменялась высота пилона h в пределах 20—60 м. В вариантах 19—21 изменялась площадь сечения вант и оттяжек в пределах $F = 83$ см² и $F_1 = 166$ см² до $F = 150$ см² и $F_1 = 300$ см². В варианте 22 длина панели была принята равной $a = 25$ м. Наконец, в вариантах 23—29 при фиксированных значениях $a = 25$ м, $h = 37$ м, изменялась величина момента инерции сечения балки жесткости в диапазоне $I = 0,005$ —1,4 м⁴. Во всех вариантах учитывался предварительный выгиб балки жесткости, величина которого характеризовалась ординатами узлов фермы. С целью оценки влияния выгиба на расчетные усилия, кроме того, были рассчитаны три варианта системы без учета выгиба балки жесткости. По полученным данным были построены линии влияния моментов, усилий и перемещений для перечисленных вариантов системы.

На рис. 2 приведены кривые зависимости узловых моментов и балке жесткости и усилий в вантах фермы от жесткости балки. На оси ординат отложены отношения момента инерции сечения балки жесткости I к длине панели a . На оси абсцисс отложены значения 1 тн, № 6.

узловых моментов балки жесткости и усилий в вантах фермы. Как видно из рис. 2, изменение величины момента инерции сечения балки жесткости в широком диапазоне мало влияет на величину усилий

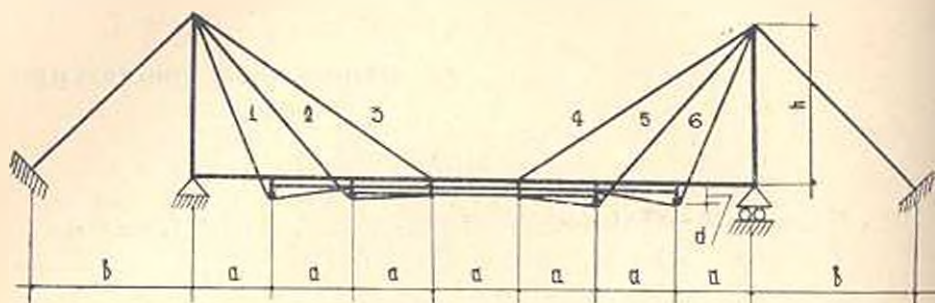


Рис. 1. Схема фермы с удлиненными развальными вантами.

в вантах фермы, но в сильной мере влияет на величину изгибающих моментов в самой балке. Поэтому жесткость балки необходимо назначать из условий жесткости и прочности при работе на межузловую нагрузку. Однако, необходимо считаться с тем обстоятельством, что небольшое изменение жесткости балки сильно влияет на величину изгибающих моментов, и связи с чем небольшим изменением жесткости балки можно регулировать величину изгибающего момента в ней.

На рис. 3 показана зависимость узловых моментов в балке жесткости и усилий в вантах фермы от величины эксцентриситета d пропуска вант под балкой жесткости. Нетрудно заметить, что с увели-

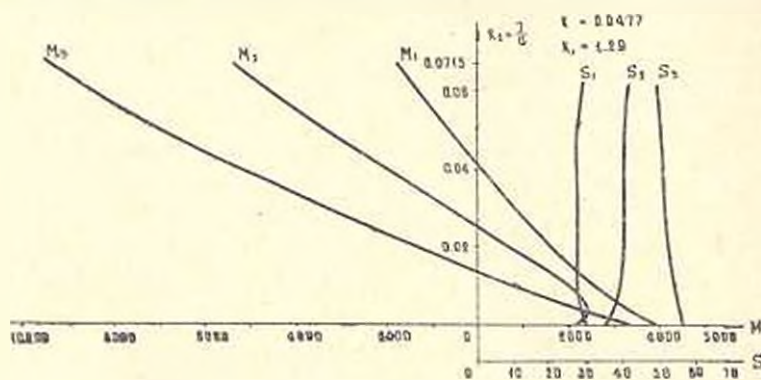


Рис. 2. Зависимость узловых моментов в балке и усилий в вантах от жесткости балки.

чением эксцентриситета, величина узловых моментов значительно уменьшается. Одновременно, хотя и незначительно уменьшаются и величины усилий в вантах. Изменением величины эксцентриситета можно добиться выравнивания напряжений в балке жесткости. Необходимо также учесть, что с изменением эксцентриситета изменяется жесткость фермы в целом и это создает дополнительные возможности для регулирования системы.

На рис. 4 приведена кривая изменения узловых моментов в балке жесткости и усилий в вантах фермы в зависимости от величины $K_1 = h/a$. Из рис. 3 видно, что моменты и усилия претерпевают относительно большие изменения при росте отношения K_1 в пределах от 1 до 2. Вне этих пределов влияние K_1 на изменение моментов и усилий уменьшается. Наиболее сильно изменяются момент в третьем узле балки M_3 и усилие в третьей ванте S_3 . Это объясняется тем обстоятельством, что с ростом высоты пилона наиболее сильно изменяется величина угла наклона третьей нити к горизонту.

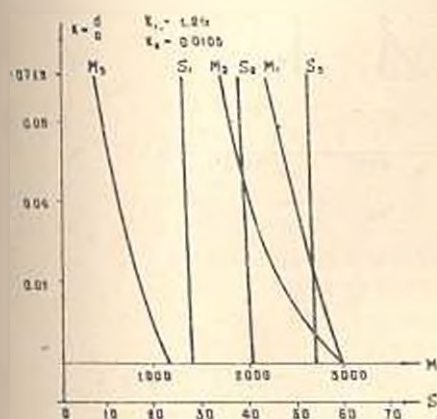


Рис. 3. Зависимость узловых моментов в балке и усилий в вантах от величины эксцентриситета.

зывается на величинах узловых моментов и практически не влияет на величину усилий в самих вантах. Поэтому изменение площадей сечения вант для регулирования усилий в системе не целесообразно.

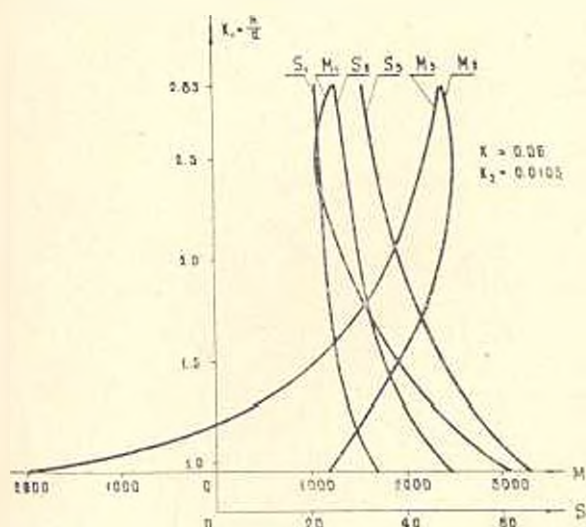


Рис. 4. Зависимость узловых моментов в балке и усилий в вантах от высоты пилона.

и площадь их сечения необходимо назначать из условия прочности вант.

На рис. 6 приведена зависимость узловых моментов и усилий в вантах от жесткости балки I . В рассматриваемом случае длина панели принята равной $a = 25$ м, высота пилона $h = 37$ м, величина эксцентриситета $d = 1,5$ м.

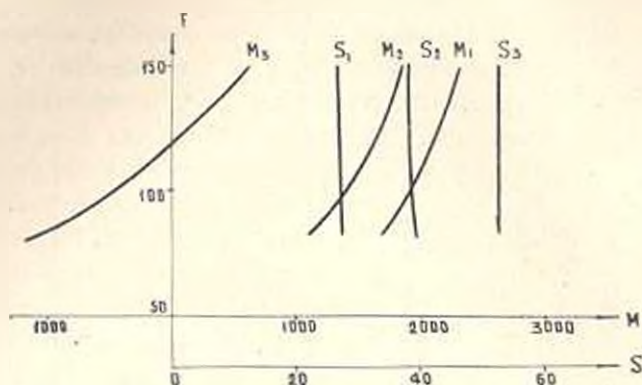


Рис. 5. Зависимость узловых моментов в балке и усилий в вантах от площади сечения вант.

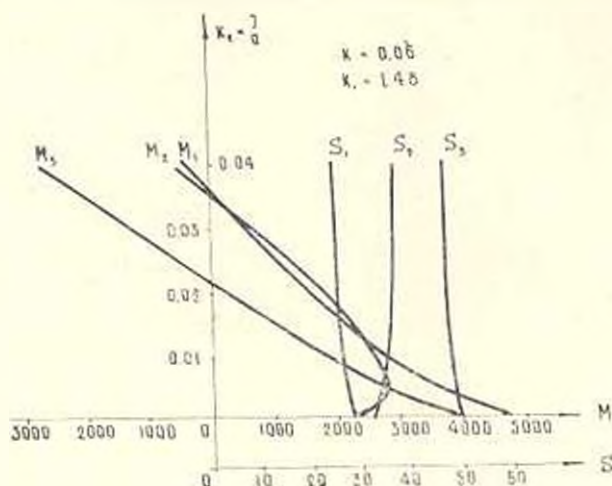


Рис. 6. Зависимость узловых моментов в балке и усилий в вантах от жесткости балки ($h = 37$ м; $a = 25$ м).

Сопоставляя кривые на рис. 2 и рис. 6 и учитывая данные, приведенные на рис. 3 и 4, приходим к выводу, что при одинаковых отношениях высоты шпона к длине панели K_1 , величины эксцентриситета к длине панели K и момента инерции сечения балки к длине панели K_2 , форма диаграммы не зависит от абсолютного значения длины панели, а следовательно, и от величины пролета фермы. Поэтому приведенными диаграммами можно пользоваться при расчете предлагаемой вантовой фермы любого пролета.

Анализ результатов расчета вариантов 30—32 системы показывает, что предварительный выгиб балки жесткости практически не влияет на величины узловых моментов и усилий в вантах фермы, и поэтому создание предварительного выгиба балки жесткости в фермах с удлиненными радиальными вантами не требуется.

На рис. 7 результаты расчета обычной радиально-вантовой системы (эпюры А) сопоставлены с результатом, полученным для предлагаемой автором системы (эпюра В), там же приведены эпюры для

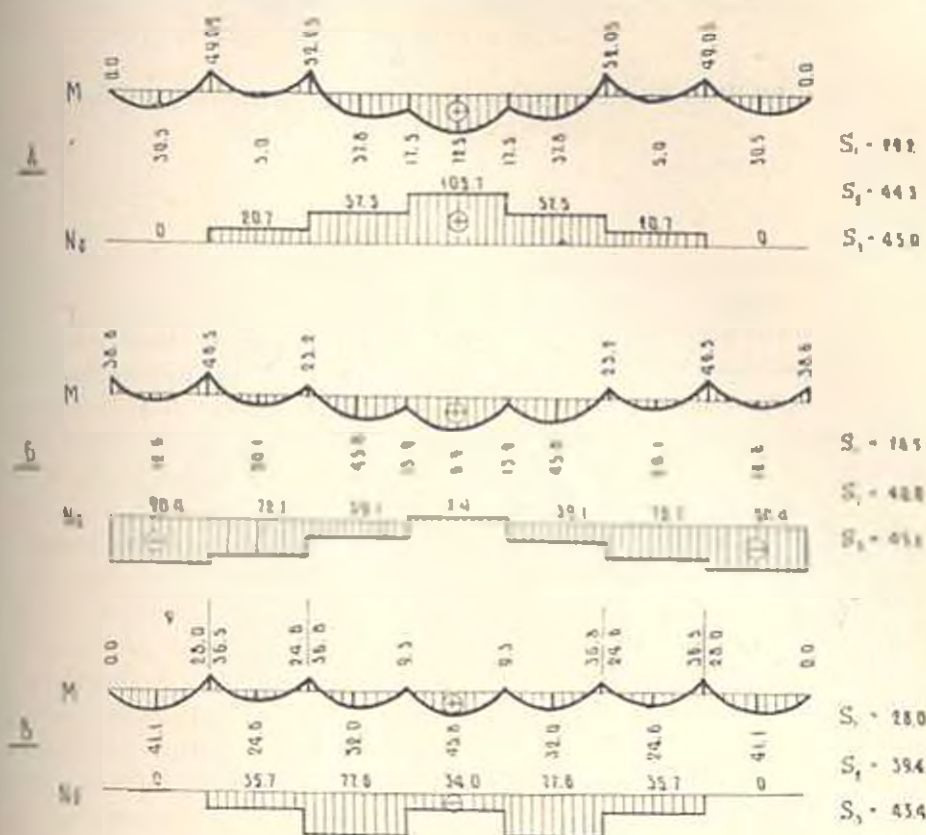


Рис. 7. Эпюры изгибающих моментов и нормальных (осевых) усилий в балке жесткости: А — однопролетная радиально-вантовая ферма; Б — среднего пролета трехпролетной радиально-вантовой фермы; В — однопролетной фермы с удлиненными радиальными вантами

среднего пролета вантового моста через р. Днепр в Киеве. Сопоставляя эпюры изгибающих моментов M и нормальных усилий в балке жесткости N , приходим к выводу: что величина наибольшего изгибающего момента в балке жесткости фермы с удлиненными радиальными вантами составляет всего лишь 63% от величины наибольшего изгибающего момента в балке жесткости однопролетной радиально-вантовой фермы и 66% от наибольшего момента в среднем пролете трехпролетной радиально-вантовой фермы (Киевский мост); эпюра изгибающих моментов в балке жесткости предлагаемой системы более плавная, чем в обычной радиально-вантовой ферме.

Величина наибольшего нормального усилия в балке жесткости фермы с удлиненными радиальными вантами составляет 73% от усилия в балке жесткости однопролетной радиально-вантовой фермы и 85% усилия в среднем пролете трехпролетной радиально-вантовой фермы. В заключение автор выражает благодарность Г. А. Аболину и П. Г. Вугайцу за советы, учтенные им при выполнении этой работы.

Ереванский политехнический институт

им. К. Маркса

Поступило 25.IX.1968.

Ա. Գ. ՀԱԿՈՐՅԱՆ

ԵՐԿԱՐԱՅՐԱԾ ՇԱԹԱՎԻՂԱՅՈՒՎ ՎԱՆՏԵՐՈՎ ՖԵՐՄԱՆԵՐԻ ՀԻՄՆԱԿԱՆ
ՊԱՐԱՄԵՏՐԵՐԻ ՄԱՍԻՆ

Ա մ փ ո փ ու մ

1. Ուսումնասիրված է երկարացրած շառավիղային վանասերով ֆերմաների հաշվային ճիշդերի վրա հիմնական պարամետրերի փոփոխության ազդեցությունը: Քննարկված է կոշտության հեծանի իներցիայի մոմենտի փոփոխության, կոշտության հեծանի տակով վանտերի թողարկման արտակենտրոնության մեծության, պիլոնի բարձրության, վանտերի կարվածքի մակերեսի մեծության ազդեցությունը: Բերված է երկարացրած շառավիղային վանտերով և սովորական շառավիղա-վանտային ֆերմաների համեմատությունը: