

ИССЛЕДОВАНИЕ ТОЧНОСТИ ПРИБЛИЖЕННЫХ РЕШЕНИЙ В СТАТИКЕ ВАНТОВЫХ СИСТЕМ

Вантами называют гибкие провисающие нити, которые при надлежащем закреплении концов на опорах способны нести вертикальные нагрузки. Расчет гибких нитей производят при проектировании вантовых конструкций, когда нити служат основой несущей конструкции и рассчитываются на эксплуатационные нагрузки.

Для вантовых систем существенное значение имеют колебания, а так же отрицательные нагрузки, создаваемые ветром («отсос»). Однако для рассмотрения воздействия этих факторов следует изучить способы расчета вантовых систем на статические нагрузки.

Для уменьшения числа математических операций и большей наглядности расчетов, автором была выбрана абсолютно гибкая, нерастяжимая нить и сформулирована следующая постановка задачи: даны действующие на нить силы, закон равновесия нити и граничные условия. Требуется определить форму равновесия нити (стрелу провиса), натяжение нити и распор воспринимаемый опорами. Данная задача решалась для двух видов нагрузки (распределенной и сосредоточенной) приближенным и точным методом.

Точное решение получали путем интегрирования дифференциальных уравнений равновесия, полученных из предположения того, что нагрузка прикладывается по длине нити (рис. 1,1), а приближенное из предположения того, что нагрузка прикладывается по горизонтальной проекции нити (рис. 1,2), что позволяет существенно упростить решение.

Таким образом, для равномерно распределенной нагрузки точным являлось решение уравнения цепной линии, а приближенным – решение уравнения параболы.

В свою очередь, для варианта сосредоточенной нагрузки в качестве точного принимали решение уравнения ломаной прямой (рис. 1,3), а в качестве приближенного решения использовали решение, полученное методом, так называемой балочной аналогии (рис. 1,4). Данный метод построен на сходстве дифференциального уравнения равновесия пологий нити ($f \ll l$) и дифференциального уравнения эпюры изгибающих моментов.

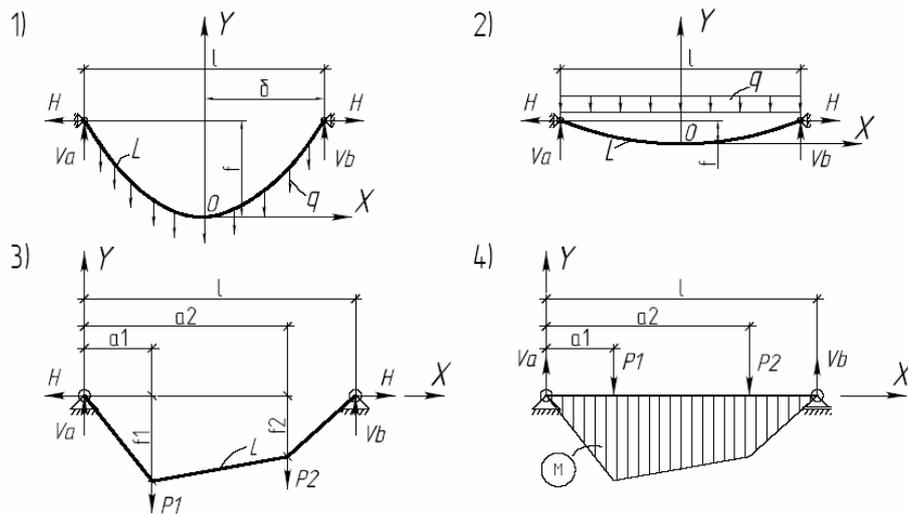


Рис. 1

Пояснения к постановке задачи:

1) приложение распределенной нагрузки по длине нити; 2) приложение распределенной нагрузки по горизонтальной проекции нити; 3) приложение сосредоточенной нагрузки; 4) однопролетная балка, находящаяся под действием такой же нагрузки, как и 3.

После получения решений для выше поставленных задач, автором работы были выполнены исследования полученных результатов и построение графиков следующих зависимостей: f от f/l ; H от f/l ; T от f/l при постоянных значения q , P , l , a и изменении длины нити L . В результате можно заключить, что при $\frac{f}{l} \leq 0,2$ погрешность приближенного метода не превышает 5%. Также можно заметить, что при действии сосредоточенной нагрузки приближенный метод завышает результаты для распора и натяжения в нити, помимо того, для определения натяжения в нити погрешность метода не превышает 5% при любом отношении f/l .

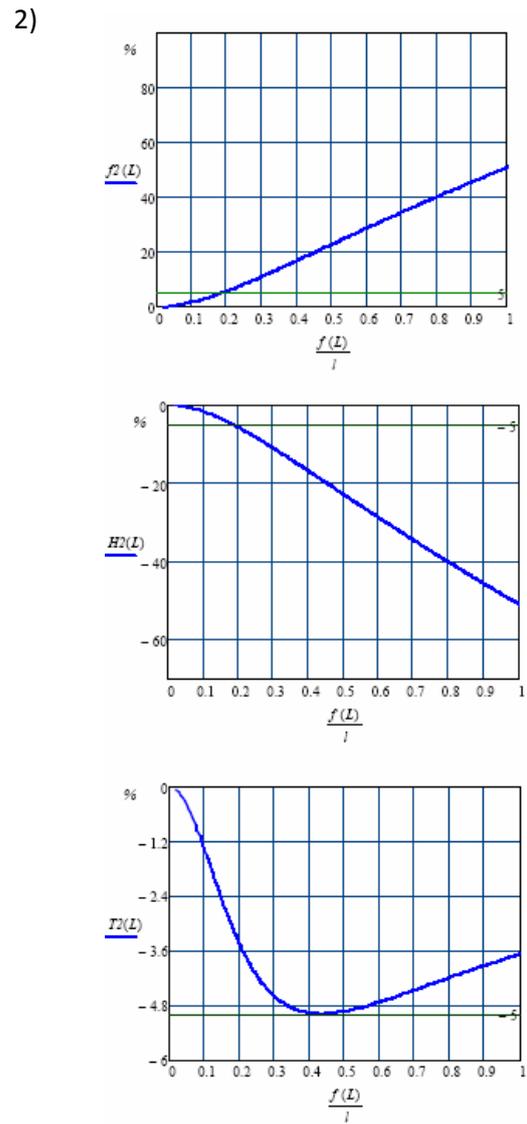
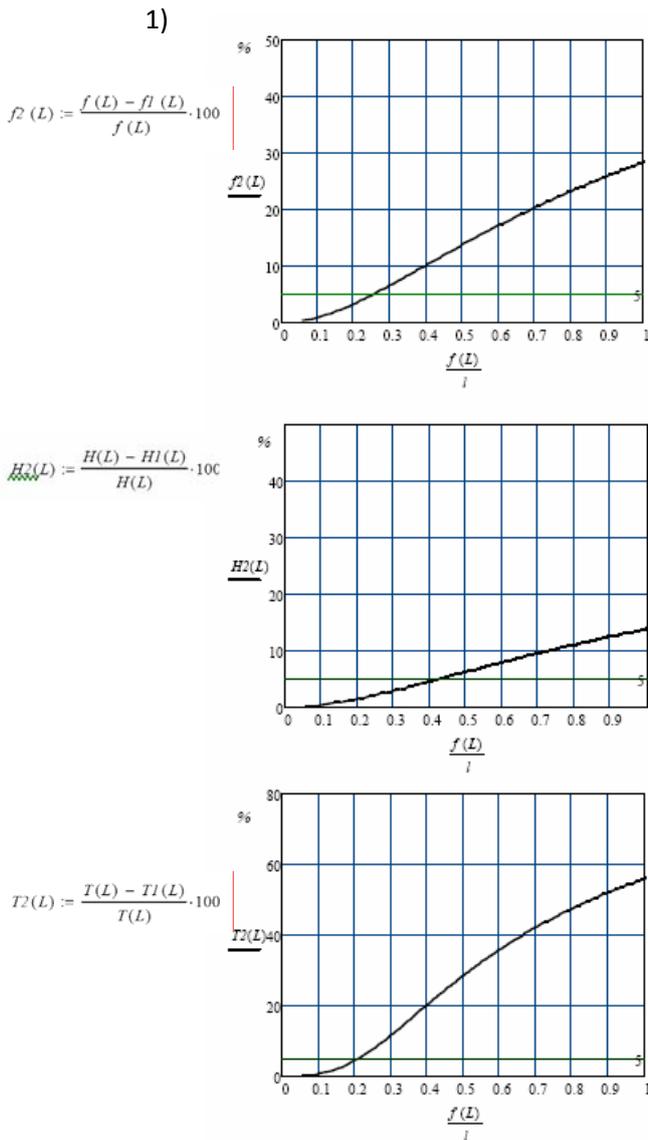


Рис. 2. Графики зависимостей: f от f/l , H от f/l , T от f/l

1) для равномерно распределенной нагрузки; 2) для сосредоточенной нагрузки.

f – стрела провиса; l – расстояние между опорами; H – распор; T – натяжение в нити.

$f(L)$, $H(L)$, $T(L)$ – для точного решения; $f1(L)$, $H1(L)$, $T1(L)$ – для приближенного решения