

О. В. Алексеева, канд. техн. наук, доц.; Л. И. Белоусов, канд. техн. наук, доц.; И. В. Карпекин
ГУ ВПО «БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ РЕШЕТЧАТЫХ КОНСТРУКЦИЙ ПО НЕСУЩЕЙ СПОСОБНОСТИ

В работе рассматривается расчет пространственных решетчатых ферм. Разработана программа по определению усилий в элементах фермы и линейная модель реакций и усилий в элементах.

Расчет пространственных конструкций сводится обычно к расчету плоских ферм с учетом расположения силовых плоскостей и принципа независимости действия сил. Решетчатые конструкции строительного, дорожных и подъемно-транспортных машин (СДиПТМ) являются весьма металлоемкими и существенно влияют на технико-экономические показатели машин. Цель работы – разработка программы по определению усилий в элементах пространственной фермы для оптимизации ее по металлоемкости.

При расчете несущих конструкций СДиПТМ на первом этапе определяются направления действия и значения внешних нагрузок с учетом вероятностного характера изменения условий работы, выделяются наиболее значимые и второстепенные факторы. Значимость факторов определялась методом экспертной оценки и путем численного эксперимента.

Например, для металлоконструкции стрелы башенного крана основными факторами являются вылет стрелы, вид решетки, углы установки раскосов, грузоподъемность крана и собственный вес стрелы, которые можно отнести к нерегулируемым, неуправляемым факторам. Количество оттяжек, место крепления и углы установки оттяжек – это управляемые факторы.

В зависимости от управляемых факторов разработана программа расчета реакций опор и усилий в стержнях в зависимости от управляемых факторов.

Анализ результатов расчета позволил установить зависимость между реакцией в оттяжке R_b , реакциями в опорном шарнире R_{ax} , R_{ay} , которые определяет напряжение в элементах металлоконструкции, и углом установки оттяжки α , а также местом крепления L_1 и количеством оттяжек N (рис.1).

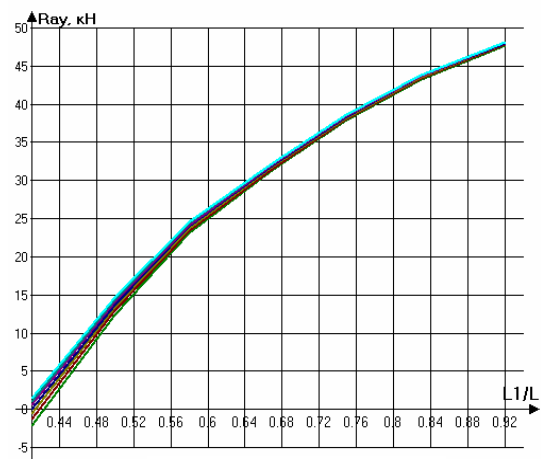
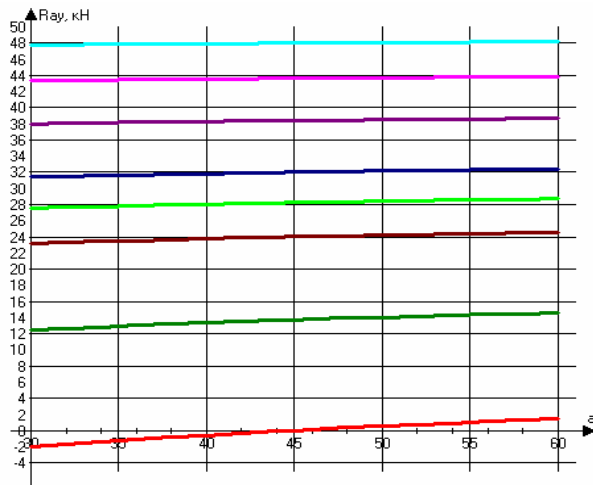
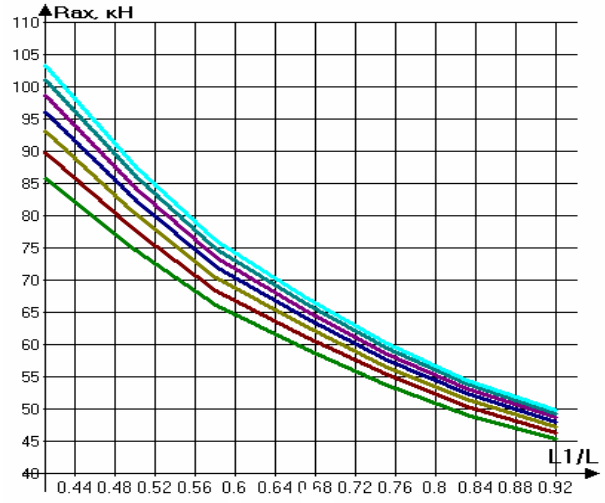
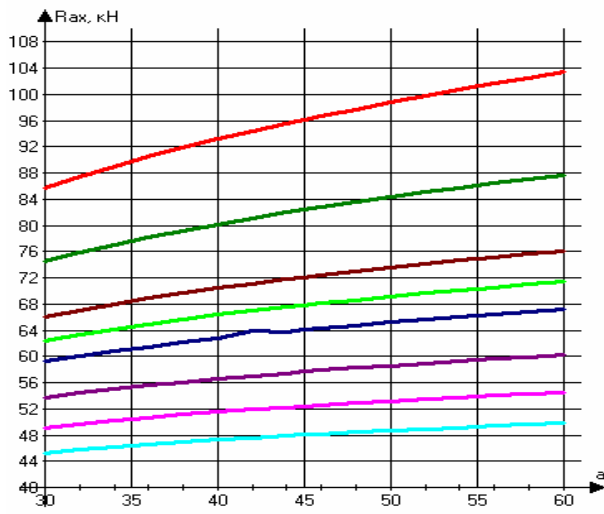
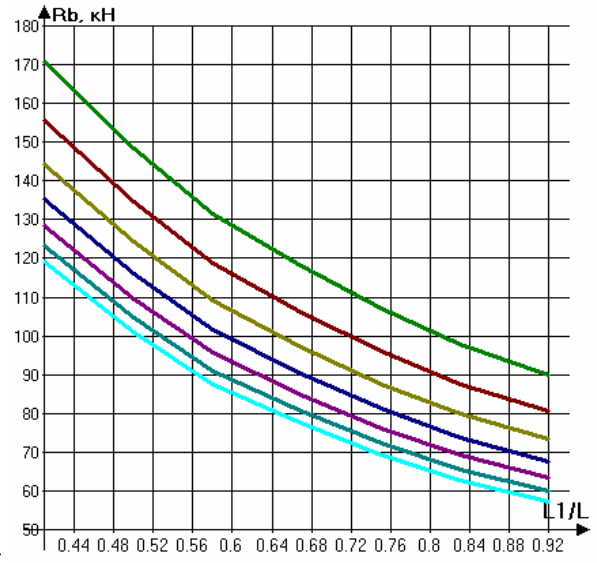
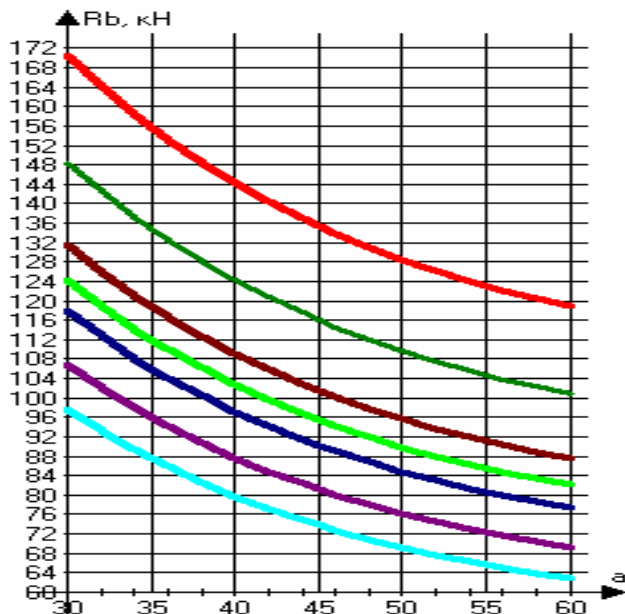


Рис. 1. Опорные реакции фермы

В результате выполненной работы разработана модель влияния на величину максимального усилия в стержнях названных выше факторов. Число факторов – три. Это угол установки оттяжки $\alpha = x_1$, место крепления оттяжки $L_1/LI = x_2$ и количество оттяжек $N = x_3$. Составлена матрица планирования эксперимента, где x_1 изменяется $30^\circ \dots 60^\circ$, $x_2 - 0,5 \dots 1$, $x_3 - 1 \dots 3$. Функция отклика $y_1 = Rb$, $y_2 = Ra_x$, $y_3 = Ra_y$ – величина опорных реакций. Усилия в стержнях определяются значением реакций. Линейные модели опорных реакций, для рассматриваемой в примере фермы, имеют вид:

$$\begin{aligned} y_1 &= 1,35 - 0,098x_1 - 0,058x_2 - 0,088x_3 \\ y_2 &= 0,72 + 0,044x_1 + 0,25x_2 - 0,02x_3 \\ y_3 &= 0,2 + 0,003x_1 - 0,2x_2 - 0,05x_3 \end{aligned}$$

Анализ результатов расчета показал, что минимальные нагрузки в стреле будут при $x_1 = 60^\circ$, $x_2 = 1$ (т.е. на конце стрелы) и $x_3 = 3$.

Программа является универсальной и может быть использована при любом очертании решетки и любой конструкции стрелы, при выполнении курсовых и дипломных проектов, а также при проектировании решетчатой конструкции на производстве, выполнении проектных и проверочных расчетов.