

Ж. Ж. АЛЬТАЕВА

РАСЧЕТ УСИЛИЙ В КРЕПЛЕНИЯХ ГРУЗА С ПЛОСКИМ ОСНОВАНИЕМ НА ОТКРЫТОМ ПОДВИЖНОМ СОСТАВЕ

В работе [1] исследована достоверность построенной математической модели, разработанной программы расчета усилий в креплениях груза. В данной работе рассмотрим случаи, когда груз размещен в вагоне симметрично относительно осей симметрии вагона, элементы креплений груза воспринимают продольную силу Φ_x , ветровую нагрузку с лобовой стороны груза W_x и поперечную силу Φ_y . При этом значения поперечного и вертикального переносных ускорений вагона с грузом приняли равными: $a_{ex} = 0.10g$ ($\Phi_x = 58.86$ кН) $a_{ey} = 0.33g$ ($\Phi_y = 194.238$ кН) и $a_{ez} = 0.46g$ ($\Phi_z = 270.756$ кН). Поезд движется по прямому участку пути. На груз действует лобовая ветровая нагрузка $W_x = 1.25$ кН.

В проведенных вычислительных экспериментах по определению усилий в креплениях груза получены следующие результаты: $Tx = 0.038$ кН - сила, сдвигающая груз по продольной оси; нормальная реакция связи и сила трения в кН - $N = 671.55$, кН - нормальная реакция связи, $F_{tp} = 369.35$ - полная сила трения; координаты точки приложения N в м - $x_C = 4.55$, $x_N = 4.818$ и $y_N = 0.52$ м. Перемещения груза по продольной оси $\Delta x = 0.03$ м, перемещение по поперечной оси вагона $\Delta y = 0.071$ м, а также поворот вокруг вертикальной оси в сторону, противоположную отсчету углов, $\Delta\phi = -0.169^\circ$. Усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по продольной оси в $S_4 = 33.75$ кН; кН $S_3 = 34.27$; кН $S_6 = 32.35$; $S_7 = 34.14$; $S_{10} = 42.99$; $S_{14} = 12.5$; $S_{13} = 13.38$; $S_{16} = 16.32$; $S_{17} = 20$; $S_{20} = 25.28$. Усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по поперечной оси в $S_4 = 33.75$; кН $S_3 = 34.27$; $S_1 = 25.82$; $S_2 = 22.87$; $S_5 = 22.09$; $S_9 = 29.74$; $S_8 = 24.04$; $S_6 = 32.35$; $S_7 = 34.14$; $S_{10} = 42.99$.

Анализируя результаты исследований, можно отметить, что:

- сдвигающая груз по продольной оси сила Tx по величине оказалась равным 0.038 кН, поскольку на систему "груз-крепление-вагон" в рассматриваемом случае такая сила действует. Поэтому координата приложения нормальной

реакции связи N смешена относительно центра масс груза по продольной оси на величину 4.818 м, т. е. $x_N > x_C$ ($x_C = 4.55$ м), что и логично. По поперечной оси координата приложения нормальной реакции связи равна $y_N = 0.52$ м, что так и должно быть, поскольку на данную систему действуют сдвигающие груз поперечные силы Ty . При этом произошел сдвиг груза по продольной оси на $\Delta x = 30$ мм, по поперечной оси на $\Delta y = 71$ мм и поворот груза вокруг вертикальной оси противоположно направлению отсчета углов ($\Delta\phi = -0.169$ град.), что так же логично;

- от действий поперечных сил все гибкие элементы 14, 13, 16, 17 (за исключением элемента 20), расположенные симметрично относительно продольной оси симметрии вагона, практически не воспринимают нагрузку, поскольку полученные в них усилия меньше, чем заданные значения усилий предварительных натяжений $SO_i = 20.1$ кН. Усилие в гибком элементе 20 больше ($S_5 = 25.278$ кН.), чем заданное значение усилия предварительного натяга ($SO_i = 20.1$ кН). Такой результат объясняется поворотом груза вокруг вертикальной оси противоположно направлению отсчета углов ($\Delta\phi = -0.169$ град.);

- от одновременных действий продольных, поперечных и вертикальных сил произошло перераспределение усилий в гибких элементах креплений, расположенных со стороны действия поперечных сил, что и логично. При этом значение усилия в наиболее пологом гибком элементе 10 больше ($S_{10} = 42.991$ кН), чем допустимое (39.2 кН). Это означает, что одновременное действие продольных, поперечных и вертикальных сил снижают нагрузочные способности гибких элементов креплений груза, т. е. они должны воспринимать меньшие значения действующих сил.

Для того, чтобы усилие в наиболее пологом гибком элементе крепления 10 было бы меньше, чем допустимое значение (39.2 кН), необходимо, чтобы значение продольного, поперечного и вертикального ускорений были равны: $a_{ex} = 0.1035g$, $a_{ey} = 0.30g$ и $a_{ez} = 0.46g$. Желаемый результат исследования достигнут за счет небольшого умень-

шения значения поперечного ускорения с 0.33g до $a_{ey} = 0.30g$ и незначительного увеличения продольного ускорения. Здесь следует отметить значительное взаимное влияние колебаний продольных и поперечных ускорений на значение усилия в наиболее пологом гибком элементе крепления 10.

В проведенных вычислительных экспериментах по определению усилий в креплениях груза получены следующие результаты: нормальная реакция связи и сила трения $N = 671.55$ - нормальная реакция связи, $F_{tp} = 369.35$ - полная сила трения; координаты точки приложения N в m - $xN = 4.55$, $yN = 4.4.826$ и $zN = 0.747$ м. Перемещение груза по продольной оси $\Delta x = 0.031$ м, перемещение по поперечной оси вагона в $\Delta y = 0.023$ м, а также поворот вокруг вертикальной оси в сторону, противоположную отсчету углов, $\Delta\phi = -0.199$ град. Усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по продольной оси в $S_4 = 26.13$; $kH S_3 = 26.73$; $kH S_6 = 24.47$; $S_7 = 26.79$; $S_{10} = 31.95$; $S_{14} = 20.24$; $S_{13} = 21.15$; $S_{16} = 24.45$; $S_{17} = 27.76$; $S_{20} = 37.17$. Усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по поперечной оси в $S_4 = 26.13$; $kH S_3 = 26.73$; $S_1 = 18.03$; $S_2 = 15.56$; $S_5 = 11.44$; $S_9 = 16.14$; $S_8 = 15.8$; $S_6 = 24.47$; $S_7 = 26.79$; $S_{10} = 39.95$.

Анализируя результаты исследований, можно отметить, что:

- сдвигающая груз по продольной оси сила Tx по величине оказалась равным 0.344 кН, поскольку на систему "груз-крепление-вагон" в рассматриваемом случае такая сила действует. Поэтому координата приложения нормальной реакции связи N смешена относительно центра масс груза по продольной оси на большую величину 4.826 м, чем в первом случае, что и логично. По поперечной оси координата приложения нормальной реакции связи равна $y_N = 0.747$ м, что так и должно быть, поскольку на данную систему действуют сдвигающие груз поперечные силы Ty . При этом произошел сдвиг груза по продольной оси на $\Delta x = 31$ мм (что больше, чем в первом случае на 1 мм), по поперечной оси на $\Delta y = 29$ мм (что меньше, чем в первом случае на 42 мм) и поворот груза вокруг вертикальной оси противоположно направлению отсчета углов $\Delta\phi = -0.199^\circ$ (что больше, чем в первом случае), что так же логично;

- от действий поперечных сил все гибкие элементы 14, 13, 16, 17, 20, расположенные симметрично относительно продольной оси симметрии вагона, воспринимают действующие нагрузки, что совпадает с результатами исследований [2.3];

- от действий поперечных сил гибкие элементы 1, 2, 5, 8 и 9, расположенные симметрично относительно поперечной оси симметрии вагона, практически не воспринимают нагрузку, поскольку полученные в них усилия меньше, чем заданные значения усилий предварительных напряжений $S_{01} = 20.1$ кН, а гибкие элементы 4, 3, 6 и 7 участвуют в передаче нагрузок. Такой результат объясняется поворотом груза вокруг вертикальной оси противоположно направлению отсчета углов ($\Delta\phi = -0.199$ град.);

- от одновременных действий продольных, поперечных и вертикальных сил произошло перераспределение усилий в гибких элементах креплений, расположенных со стороны действия поперечных сил, что и логично. При этом значение усилия в наиболее пологих парных гибких элементах 10 и 20 меньше ($S_{10} = 31.953$ и $S_{20} = 37.172$ кН), чем допустимое (39.2 кН). Это означает, что одновременное действие продольных, поперечных и вертикальных сил снижают нагрузочные способности гибких элементов креплений груза, т. е. они должны воспринимать меньшее значения действующих сил. При этом попытка получить значения усилий в парных гибких элементах 10 и 20 в пределах допустимого не увенчались успехом из-за значительного взаимного влияния колебаний продольных и поперечных ускорений на значения усилий в этих элементах креплений.

Выводы. Одновременное действие продольных, поперечных и вертикальных сил снижают нагрузочные способности гибких элементов креплений груза.

ЛИТЕРАТУРА

1. Альтаева Ж.Ж. К расчету крепления грузов с плоским основанием на открытом подвижном составе // Сб. науч. тр. Алматы: КазАТК, 2005.
2. Зачешигрива М.А. Совершенствование метода расчета элементов крепления перевозимого груза при симметричном его размещении на вагоне от действия поперечных сил: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Новосибирск, 2003. 19 с.
3. Власова Н.В. Анализ нагруженности и выбор параметров элементов крепления грузов на открытом железнодорожном подвижном составе. Екатеринбург: УрГУПС, 2005. 24 с.

Резюме

Бір мезгілдегі өрекеттердің тігінен, көлденеңінен және жанынан өтетін күштерінің вагон осіне симметриялы қатыстырымының вагонға симметриялы орналасқан жүктерді бекітудің тегіс элементтерін анықтауға тәжірибелік есептеулер жүргізілген.

Summary

The computing experiments by definition of flexible elements of fastenings of a cargo placed in cars symmetric concerning axes of symmetry of the car at simultaneous actions of longitudinal, cross and vertical forces are carried out (spent).

УДК 656.212.6.073.21

Алматы, КазАТК

Поступила 11.04.08г.