

РАСЧЕТ УСИЛИЙ В КРЕПЛЕНИЯХ ГРУЗОВ С ПЛОСКИМ ОСНОВАНИЕМ. Часть 1

Используя разработанную программу автоматизированного расчета усилий в гибких элементах креплений груза, рассмотрим случаи, когда груз размещен в вагоне симметрично относительно осей симметрии вагона и 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 в кН получены следующие результаты:

- сдвигающие груз силы по продольной оси $T_x = 0.038$; сдвигающие груз силы по поперечной оси $T_y = 148.85$; вес груза $Q = 588.6$; сила трения от веса груза $F_{tp_0} = 323.73$; нормальная реакция связи $N = 671.55$; полная сила трения $F_{tp} = 369.35$; координаты точки приложения N в м - $x_C = 4.55$, $x_N = 4.818$ и $y_N = 0.52$ м;

- перемещение груза по продольной оси $\Delta x = 0.03$ м, перемещение по поперечной оси

вагона в $\Delta y = 0.071$ м, а также поворот вокруг вертикальной оси против направления отсчета углов $\Delta\varphi = -0.0169$ град.;

- усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по продольной оси в кН – $S_4 = 33,75$; $S_3 = 34,27$; $S_6 = 32,35$; $S_7 = 34,14$; $S_{10} = 42,99$; $S_{14} = 12,45$; $S_{13} = 13,38$; $S_{16} = 16,32$; $S_{17} = 19,99$; $S_{20} = 25,28$;

- усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по поперечной оси в кН – $S_4 = 33,75$; $S_3 = 34,27$; $S_1 = 25,82$; $S_2 = 22,87$; $S_5 = 22,09$; $S_9 = 24,74$; $S_8 = 24$; $S_6 = 32,35$; $S_7 = 34,14$; $S_{10} = 42,99$.

1) Анализируя результаты исследований, можно отметить, что:

- сдвигающая груз по продольной оси сила T_x 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 должен быть, поскольку на данную систему действует

сдвигающие груз поперечные силы Ту. 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 $S_{0i} = 20.1$ кН. Усилие в гибком элементе 20 больше ($S_5 = 25.278$ кН.), чем заданное значение усилия предварительного натяга ($S_{0i} = 20.1$ 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 меньшее 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 уменьшения 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 результате проведенных вычислительных экспериментов по определению усилий в креплениях груза в кН получены следующие результаты:

- сдвигающие груз силы по продольной оси $T_x = 0.344$; сдвигающие груз силы по поперечной

оси $T_y = 170.75$; вес груза $Q = 588.6$; сила трения от веса груза $F_{tp0} = 323.73$; нормальная реакция связи $N = 671.55$; полная сила трения $F_{tp} = 369.35$; координаты точки приложения N в м - $xC = 4.55$, $xN = 4.826$ и $yN = 0.747$ м;

- перемещения 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 против направления отсчета углов $\Delta\phi = -0.0199$ град.;

- усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по продольной оси в кН - $S_4 = 26.13$; $S_3 = 26.73$; $S_6 = 24.48$; $S_7 = 26.79$; $S_{10} = 31.95$; $S_{14} = 20.25$; $S_{13} = 21.15$; $S_{16} = 24.45$; $S_{17} = 27.76$; $S_{20} = 37.17$;

- усилия в гибких элементах креплений, работающих на растяжение по поперечной оси в кН - $S_4 = 26.13$; $S_3 = 26.73$; $S_1 = 18.03$; $S_2 = 15.56$; $S_5 = 11.44$; $S_9 = 16.42$; $S_8 = 15.8$; $S_6 = 24.48$; $S_7 = 26.8$; $S_{10} = 31.95$.

2) Анализируя результаты исследований, можно отметить, что:

- сдвигающая груз по продольной оси сила T_x 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 должен быть, поскольку на данную систему действует сдвигающие груз поперечные силы Ту. 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 $\Delta\phi = -0.199$ град. (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;

- 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 натяжений $S_{0i} = 20.1$ 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 ($\Delta\varphi = -0.199$ 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 значение действующих сил. При этом попытка получить значения усилий в парных гибких элементах 10 и 20 в пределах допустимого не увенчалась успехом из-за значительного взаимного

влияния колебаний продольных и поперечных ускорений на значения усилий в этих элементах креплений.

Таким образом, можно отметить, что 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. научн. тр. Алматы: КазАТК, 2005.

Резюме

Тігінен, көлдененінен және жаңынан отетін алдыңғы жел қүшін есептей отырып бір мезгілдегі өрекетте жүктөрді бекітудің тегіс элементтердегі күштері есептелген.

Summary

The efforts in flexible elements of fastenings of a cargo are designed at simultaneous actions of longitudinal cross and vertical forces in view of frontal wind loading

УДК 656.212.6.073.21

КазАТК, г. Алматы

Поступила 11.04.08г.