

Пересечение $\sigma_{n,k}^{u_0}(V_i)$ с $\sigma_{n,k}^{u_1}(V_i)$ и $\sigma_{n,k}^{u_1}(V_i)$ с $\sigma_{n,k}^{u_2}(V_i)$ определяют "точки переключения" $V_{гр,n,k}^H$ и $V_{гр,n,k}^B$, принадлежащие граничным поверхностям, которые используются в алгоритме управления (1). Совокупность точек $V_{гр,n,k}^H$ и $V_{гр,n,k}^B$ ($n = 1, \dots, R$; $k = 0, \dots, 4$) для всех R шагов алгоритма оптимизации образует "матрицы переключений":

Для получения набора линий переключения совокупность точек, представляющих столбцы этих матриц, сглаживаются полиномами r -й степени:

$$V_{гр,k}^H(S) = \alpha_{0k} + \alpha_{1k}S + \alpha_{2k}S^2 + \dots + \alpha_{rk}S^r;$$

$$V_{гр,k}^B(S) = \beta_{0k} + \beta_{1k}S + \beta_{2k}S^2 + \dots + \beta_{rk}S^r,$$

где $k = 0, \dots, 4$ – степень торможения.

Исследования показывают, что для практических целей линии переключения достаточно представить в виде полиномов 3-й степени. Таким образом, параметры настройки регулятора представлены матрицами коэффициентов вышеупомянутых полиномов.

В процессе расчётов были найдены области пространства состояния, внутри которых результат управления (значение целевой функции) практически не зависит от выбора управляющего воздействия. Область, внутри которой ошибка управления (целевая функция) одинакова (с точностью до некоторого малого наперёд заданного значения) при нескольких значениях управляющего воздействия (в частном случае – при любом управляющем воздействии), названа «областью безразличного управления».

УДК 656.225.071.81

ОЦЕНКА ПРОДОЛЬНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ ТРУБ, ЗАКРЕПЛЕННЫХ НА ПЛАТФОРМЕ ПРИ СОУДАРЕНИЯХ ВАГОНОВ

А. В. ЗАВОРОТНЫЙ, И. А. ВОРОЖУН

Белорусский государственный университет транспорта

Для перевозки пяти труб диаметром 1420 мм на железнодорожной платформе целесообразно использовать многооборотные реквизиты крепления. В разработанных схемах в качестве реквизитов крепления используют стальные канаты с натяжными устройствами. Посредством натяжных устройств создается предварительное натяжение канатов как в поперечной, так и в продольной обвязках уже на стадии размещения и закрепления труб на платформе. В процессе выполнения маневровых работ (соударениях вагонов) величина предварительного натяжения канатов может изменяться и влиять на величину продольных перемещений труб. В разработанном устройстве канаты продольной обвязки через упругие регулируемые элементы связаны с рамой платформы. Эти упругие элементы позволяют выравнивать усилия в ветвях канатов при перемещениях труб всех ярусов.

В рассматриваемой математической модели процесса соударения платформы, загруженной тремя ярусами труб, с группой из трех неподвижных груженых вагонов все тела считаются абсолютно твердыми телами, а элементы продольных и поперечных обвязок, а также междувагонных связей обладают упругими свойствами и имеют линейные характеристики. Силы сухого трения между трубами, а также труб по опорам считаем условно приложенными в продольном диаметральном сечении труб. Изменением углов наклона элементов продольного крепления труб в процессе соударения вагонов пренебрегаем. Движение механической системы рассматривается в продольной вертикальной плоскости на прямом горизонтальном участке пути от положения, которое она занимала в момент накатывания на группу из трех неподвижных груженых вагонов. Продольные линейные перемещения поперечной обвязки трубы верхнего яруса, двух труб среднего яруса, промежуточных опор, двух труб нижнего яруса, платформы и трех груженых вагонов обозначим через $x_1, \dots, x_9$ соответственно. Таким образом, рассматриваемая система будет иметь девять независимых координат. Следовательно, движение механической системы с учетом принятых допущений будет описываться системой из девяти дифференциальных уравнений второго порядка.

Разработанная математическая модель позволяет оценить величину наибольших продольных перемещений труб в зависимости от величины предварительного натяжения упругих элементов крепления.