

УДК 624.07

Н.Х. Раковская

Международный Славянский университет, Харьков

ОБ УСТОЙЧИВОСТИ АГРЕГАТА ПРОМЫШЛЕННОГО ТРАНСПОРТА ПРИ ДЕФОРМИРУЕМОСТИ РЕЛЬСА ВМЕСТЕ С ОСНОВАНИЕМ РЕЛЬСОВОГО ПОЛОТНА

Рассматривается устойчивость промышленного транспорта при деформируемости рельса вместе с основанием рельсового полотна. Исчерпывающее решение этой задачи может быть осуществлено на основе комплексного подхода, учитывающего деформацию агрегата, а также рельсового пути и основания.

Ключевые слова: *агрегат, промышленный транспорт, рельс, рельсовое полотно.*

Введение

Развитие судостроения в Украине связано с переходом к модульной постройке морских крупномонтажных судов дедевитом 70 – 100 тыс. тонн и свыше.осу-

ществление такой технологии связано с процессом транспортировки модулей массой 1,5 – 3 тыс. тонн из сборочного цеха к стапелю и вдоль него. Такая промышленная транспортная технологическая операция может быть осуществлена на основе рельсового транс-

порта, поскольку другие решения этой проблемы в настоящее время недостаточно разработаны, дорогостоящие и поэтому не могут быть применены. В свою очередь, осуществление рельсовой промышленной транспортировки модулей характеризуется большой массой груза, его габаритами и при длительной стоянке агрегата возможна повышенная деформируемость рельсов совместно с основанием пути.

Если просадка рельсов сопровождается общим их искривлением, то возникает опасность потери статической устойчивости агрегата. Исчерпывающее решение этой задачи может быть осуществлено на основе комплексного подхода, учитывающего деформацию агрегата, а также рельсового пути и основания [1 – 5]. Одним из возможных путей разгрузки рельсов и колес при длительной стоянке агрегата промышленного транспорта может служить применение силовых (или домкратных) опор, полностью разгружающих рельсы и колеса [4].

Полагая прямоугольную платформу агрегата промышленного транспорта абсолютно жесткой и домкраты размещены в углах платформы в точках А, В, С, Д (рис. 1) проводим оценку смещения нормали от первоначального положения.

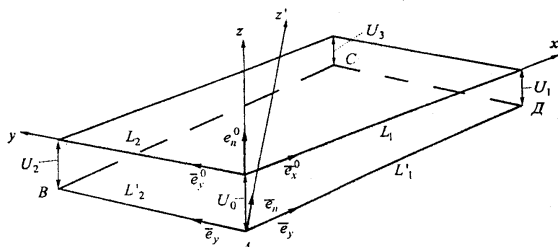


Рис. 1. Схема изменения положения поверхности платформы в результате смещения силовых опор: U_0, U_1, U_2, U_3

Если считать известным распределение массы агрегата вдоль нормали, то решаем задачу о статической устойчивости агрегата, выставленного на силовых опорах. Для этого положение поверхности платформы в исходном состоянии свяжем с системой координат X, Y, Z и единичными векторами $\vec{e}_x^0, \vec{e}_y^0, \vec{e}_n^0$ (рис. 1).

Основная часть

При перемещении силовых опор от исходного положения на величины U_0, U_1, U_2, U_3 поверхность платформы займет новое положение с новыми единичными векторами $\vec{e}_x^0, \vec{e}_y^0, \vec{e}_n^0$. Из рассмотрения четырехугольников $AA'D'D$ и $AA'B'B$ получаем соотношения для определения единичных векторов в новом положении

$$\vec{e}_x L_1 = \vec{e}_x^0 L_1 - U_0 \vec{e}_n^0 + U_0 \vec{e}_y^0; \tag{1}$$

$$\vec{e}_x L_2 = \vec{e}_x^0 L_2 - U_0 \vec{e}_n^0 + U_0 \vec{e}_y^0 \tag{2}$$

или $\vec{e}_x \cong \vec{e}_x^0 - \frac{(U_0 - U_1)}{L_1} \vec{e}_n^0$; $\vec{e}_y \cong \vec{e}_y^0 - \frac{(U_0 - U_2)}{L_2} \vec{e}_n^0$. (3)

Используя (3), получим

$$\vec{e}_n = \left[\vec{e}_x^0 + \frac{(U_0 - U_1)}{L_1} \vec{e}_n^0 \right] \times \left[\vec{e}_y^0 + \frac{(U_0 - U_2)}{L_2} \vec{e}_n^0 \right] \tag{4}$$

или $\vec{e}_n = \vec{e}_n^0 - \frac{(U_0 - U_1)}{L_1} \vec{e}_x^0 - \frac{(U_0 - U_2)}{L_2} \vec{e}_y^0$. (4)

Формула (4) позволяет устанавливать насколько (от первоначального направления нормали) отклонилась новая нормаль, обусловленная перемещениями силовых опор. Для решения этой задачи вводим вектор

$$\vec{r} = -S \vec{e}_n \tag{5}$$

С учетом (4) имеем

$$\vec{r} = \vec{e}_n^0 S + S \left[\frac{(U_0 - U_1)}{L_1} \right] \vec{e}_x^0 + S \left[\frac{(U_0 - U_2)}{L_2} \right] \vec{e}_y^0 \tag{6}$$

Второе и третье слагаемое формулы (6) позволяют определить величину отклонения исходной нормали \vec{e}_n^0 при развороте платформы

$$\Delta \vec{r}_x = S \left[\frac{U_0 - U_1}{L_1} \right] \vec{e}_x^0; \Delta \vec{r}_y = S \left[\frac{U_0 - U_2}{L_2} \right] \vec{e}_y^0 \tag{7}$$

Суммарное значение вектора отклонения нормали $\Delta \vec{r}_z(S)$ на расстояние S от плоскости платформы определяется на основании (7)

$$\begin{aligned} \Delta \vec{r}_z(S) &= \Delta \vec{r}_x + \Delta \vec{r}_y = \\ &= S \left\{ \left[\frac{U_0 - U_1}{L_1} \right] \vec{e}_x^0 + S \left[\frac{U_0 - U_2}{L_2} \right] \vec{e}_y^0 \right\}. \end{aligned}$$

Если предположить, что центр массы транспортного агрегата с «полезным» грузом совпадает с геометрическим центром платформы и находится на высоте H_0 от ее поверхности, то условие статической устойчивости агрегата с грузом на основе (7) запишется относительно осей x, y в виде

$$H_0 \left[\frac{(U_0 - U_1)}{L_1} \right] < \frac{L_1}{2}; H_0 = \left[\frac{(U_0 - U_2)}{L_2} \right] < \frac{L_1}{2}$$

или в несколько преобразованном виде

$$(U_0 - U_1)_1 < \frac{L_1^2}{2H_0}; (U_0 - U_2)_1 < \frac{L_2^2}{2H_0} \tag{8}$$

Выводы

Таким образом, вызванные, например, длительной стоянкой агрегата промышленного транспорта деформации рельсового пути, приводят к перемещениям опор агрегата (U_0, U_1, U_2). Если при этом условия (8) выполняются, то агрегат оказывается статически устойчивым. Если же условия (8) не выполняются, то статически неустойчив, и, следовательно, необходимы дополнительные мероприятия для повышения статической устойчивости агрегата промышленного транспорта.

Список литературы

1. Гусев Ю.М. Определение осадки сооружений при неравномерной нагрузке / Ю.М. Гусев. – К.: Высшая школа, 1976. – 106 с.
2. Ковальский Б.С. О конструкции фундаментов путей подвижных агрегатов / Б.С. Ковальский, Н.Х. Раковская-Башмакова // *Механика технологического оборудования*. – МО СССР, 1991. – Вып. 2. – С. 36-44.
3. Исследование новых конструкций железнодорожного пути / Под ред. Г.М. Шахунянца // *Тр. МИИТа*. – 1973. – Вып. 382. – 168 с.

4. Раковский Х.В. Ходовая часть сверхтяжелых специальных агрегатов – рельсы – основание путей / Х.В. Раковский, Н.Х. Раковская-Башмакова. – Х.: МСУ, 1998. – 84 с.

5. Гордеев В.А. Влияние размеров на усилия и деформации балок на упругом основании / В.А. Гордеев // *Транспортное строительство*. – 1971. – № 8. – С. 46-47.

Поступила в редколлегию 22.04.2009

Рецензент: д-р техн. наук, проф. О.Н. Фоменко, Харьковский университет Воздушных Сил им. И. Кожедуба, Харьков.

ПРО СТІЙКІСТЬ АГРЕГАТУ ПРОМИСЛОВОГО ТРАНСПОРТУ ПРИ ДЕФОРМОВАНІСТІ РЕЙКИ РАЗОМ З ПІДСТАВОЮ РЕЙКОВОГО ПОЛОТНА

Н.Х. Раковська

Розглядається стійкість промислового транспорту при деформованості рейки разом з підставою рейкового полотна. Вичерпне рішення цієї задачі може бути здійснене на основі комплексного підходу, що враховує деформацію агрегату, а також рейкового шляху і підстави.

Ключові слова: агрегат, промисловий транспорт, рейка, рейкове полотно.

ABOUT STABILITY OF AGGREGATE OF INDUSTRIAL TRANSPORT AT DEFORMED OF RAIL TOGETHER WITH FOUNDATION OF RAIL LINEN

N.C. Rakovskaya

Stability of industrial transport is examined at deformed of rail together with foundation of rail linen. The exhaustive decision of this task can be carried out on the basis of complex approach, taking into account deformation of aggregate, and also rail way and foundation.

Keywords: aggregate, industrial transport, rail, rail linen.