

УДК 69.04

ОБОСНОВАНИЕ ХАРАКТЕРИСТИК МАТЕРИАЛОВ ДЛЯ ПУТЕВЫХ СТРУКТУР uST

А. Э. ЮНИЦКИЙ, В. Н. ГАРАНИН

ЗАО «Струнные технологии»

Минск, Беларусь

На сегодняшний день существуют различные виды транспорта «второго уровня», которые обеспечивают перемещение пассажиров и грузов над поверхностью земли, практически не затрагивая её экосистемы. Одним из инновационных видов транспорта «второго уровня» является струнный транспорт Юницкого (uST) [1].

Основой указанного вида транспорта является рельсострунная путевая структура (предварительно напряжённая транспортная эстакада) (рис. 1), по которой осуществляется движение беспилотных рельсовых электромобилей на стальных колёсах (юнимобилей) со скоростью V , м/с. Отличительной особенностью пути являются преднапряжённые элементы – струны, натянутые для обеспечения несущей способности пролётных строений. Струнами в путевой структуре могут выступать элементы как внутри корпуса рельса, так и сам корпус рельса или головка качения. Преднапряжение может осуществляться за счёт начального натяжения домкратами при температуре монтажа и за счёт температуры – самонатяжение. Все элементы жёстко закрепляются на анкерных опорах через узлы анкерения. Промежуточные опоры при этом выполняют только функцию поддержки путевой структуры и не воспринимают горизонтального усилия, что позволяет им иметь незначительное сечение, т. к. по верху они скреплены с путевой структурой.

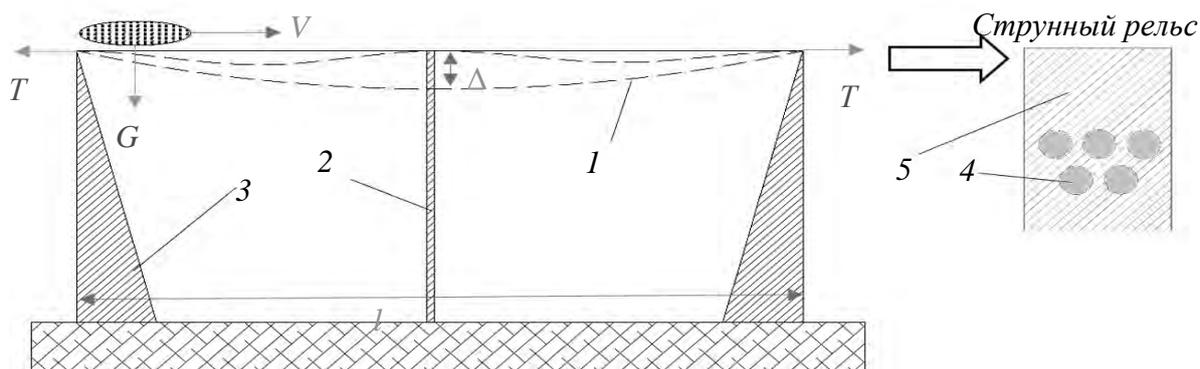


Рис. 1. Эстакада транспортно-инфраструктурного комплекса uST: 1 – струнный рельсовый путь; 2 – промежуточная опора; 3 – анкерная опора; 4 – струны; 5 – корпус рельса

Струна (в основном используют стальные арматурные канаты согласно [2] и в рельсе их количество N может быть разное), кроме растягивающей нагрузки T , Н, воспринимает дополнительно несущую нагрузку от собственного удельного веса q_s , Н/м, и удельного веса непреднапрягаемых элементов q_r , Н/м, рельса, а также вес движущегося юнимобиля G , Н. В общем случае зависимости

указанных параметров будут выражаться следующими известными закономерностями:

$$T = [\sigma] \cdot S_s = \frac{q \cdot l^2}{8 \cdot \Delta} + \frac{G \cdot l}{4 \cdot \Delta \cdot N}; \quad (1)$$

$$q = q_s + \frac{q_r}{N} = \rho_s \cdot g \cdot S_s + \frac{\rho_r \cdot g \cdot S_r}{N}. \quad (2)$$

В данных зависимостях указаны плотности ρ_s, ρ_r , кг/м³, и площади сечений S_s, S_r , м², струны и частей рельса соответственно, а также максимально допустимый предел прочности на растяжение материала струны $[\sigma]$, Па.

Использование минимального количества опор (как следствие, повышение длин пролётов l) позволяет снизить стоимость строительства рельсострунной эстакады, а также обеспечить транспортное сообщение через препятствия (объекты) больших размеров – реки, озёра, заливы. Однако, как видно из зависимости (1), повышение l ведёт к росту требований $[\sigma]$, ρ_s к материалу, из которого изготавливаются струны, или величины провисания путевой структуры Δ , м, что оказывает соответствующее влияние на качество движения юнимобиля. В рельсовом транспорте, согласно [3], качество движения принято характеризовать плавностью хода W , которая позволяет установить связь между скоростью движения транспортного средства V , длиной пролёта l и неровностями пути, в данном случае – величиной провисания пути Δ на пролёте.

В связи с этим предлагается использовать коэффициент качества материала струны K , (м/с)², который равен отношению $[\sigma]$ к ρ_s , что обосновано влиянием данных параметров на растягивающие струну нагрузки. При этом K , (м/с)², предлагается определять исходя из условия, при котором G и q_r равны 0. Максимальный коэффициент качества материала струны в таком случае будет выражаться следующей закономерностью:

$$K = \frac{[\sigma]}{\rho_s} = \frac{g \cdot l^2}{8 \cdot \Delta}. \quad (3)$$

Так, использование в качестве напрягаемых элементов (струн) материала с K , в 2 раза превышающем коэффициент качества материала стальной струны, при прочих равных условиях (плавность хода W) позволяет повесить длину пролёта в $2^3 = 8$ раз или скорость движения юнимобиля в $2^{3/5} = 1,52$ раза.

Таким образом, представленная модель оценки свойств материалов позволяет производить предварительный анализ новых материалов, постоянно появляющихся на рынках, для их использования в качестве напрягаемых элементов путевых структур uST.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Юницкий, А. Э. Транспортные системы «второго уровня»: современное состояние и перспективы развития / А. Э. Юницкий, С. В. Артюшевский, Д. И. Бочкарев // Горная механика и машиностроение. – 2022. – № 4. – С. 39–56.
2. СТБ EN 10138-3-2009. Арматура напрягаемая канатная для железобетонных конструкций. Технические условия. – Введ. 16.09.2009. – Москва: Госстандарт, 2009. – 16 с.
3. Тарасова, В. Н. Пассажирский вагон плавно прошел свой путь / В. Н. Тарасова, Г. Н. Ефимова // Мир транспорта. – 2014. – № 6. – С. 238–241.