

Аннотации ноу-хау по разработке "Струнный транспорт Юницкого" (СТЮ) автора СТЮ и генерального конструктора СТЮ А.Э.Юницкого

1. Конструктивные решения и особенности технологии монтажа опор и путевой структуры СТЮ, позволяющие увеличить жёсткость путевой структуры под воздействием подвижной нагрузки по меньшей мере в 8...10 раз на пролёте 50 м и в 10...20 раз на пролёте 100 м.

Динамика колебаний путевой структуры и транспортного модуля, предельные скорости его движения, и, соответственно, технико-экономические показатели любой скоростной транспортной системы определяются ровностью и жёсткостью путевой структуры. Необходимо отметить, что данная проблема является основной при создании мостов, путепроводов, виадуков и других сооружений эстакадного типа в существующих транспортных системах. Для уменьшения стоимости таких сооружений их жёсткость (прогиб) под расчётной нагрузкой, например, в России снижена для значения 1/400. Тем не менее, стоимость мостов превышает 10 млн. USD/км, а в отдельных случаях достигает значений 1 млрд. USD/км (для висячих мостов с большими пролётами). При этом на таких мостах нельзя двигаться со скоростью свыше 300 км/час из-за их большой гибкости. Увеличение же жёсткости мостов приводит к пропорциональному увеличению их стоимости.

Указанные ноу-хау позволят увеличить жёсткость путевой структуры СТЮ под расчётной нагрузкой 6 тонн (вес одного модуля), установленной в середине пролёта, до величины прогиба 1/5000 от длины пролёта и менее при суммарном натяжении струн в однопутной трассе в пределах 500 тонн.

В известных решениях и в опубликованных автором материалах (в том числе в патентах) для получения такой жёсткости потребуется усилие, получаемое из известной формулы [1]:

$$\frac{U_{\max}}{l_0} = \frac{P}{4T_0},$$

где U_{\max} - максимальный прогиб в середине пролёта;

l_0 - длина пролёта;

P - величина сосредоточенной силы, размещённой в середине пролёта;

T_0 - суммарное натяжение струн в однопутной трассе.

Например, при $U_{\max}/l_0 = 1/5000$, $P = 6$ тс, получим $T_0 = 7500$ тс. Таким образом, для обеспечения такой же жёсткости требуется в 15 раз большее натяжение струн (7500 тонн вместо 500 тонн). Это приведёт к удорожанию одного километра двухпутной трассы СТЮ на 6,54 млн. USD, из них: из-за удорожания в 14 раз струн (на 2,24 млн. USD/км), в 14 раз анкерных и промежуточных опор (на 4,13 млн. USD/км), в 3,75 раза - корпуса рельса и заполнителя рельса (на 0,17 млн. USD/км).

Таким образом, удовлетворяющая высоким требованиям жёсткости путевая структура высокоскоростной транспортной системы (на уровне жёсткости путевой структуры для поездов на магнитном подвесе) с использованием данного ноу-хау будет дешевле на 6,54 млн. USD/км и будет стоить примерно 1,1 млн. USD/км (против 7,64 млн. USD без использования ноу-хау).

2. Конструктивные решения и особенности технологии монтажа путевой структуры, обеспечивающие получение горизонтальных кривых радиусом 3000 м и более.

Как известно, любая транспортная система на 10...20% своей длины состоит из горизонтальных кривых.

СТЮ является скоростным транспортом с оптимальной скоростью движения транспортных модулей 250...350 км/час (в перспективе до 500 км/час). Для прокладки трасс СТЮ в реальных географических условиях, при наличии жилой застройки, промышленной и

транспортной инфраструктуры и других препятствий, необходимо устройство горизонтальных кривых. Радиус R кривой (и переходного участка, который позволяет плавно перейти от прямого участка трассы к криволинейному), как и в любом другом виде транспорта, определяется не конструктивными или техническими причинами, а - обеспечением комфортности движения пассажиров. Исходя из требуемой комфортности, перегрузка на кривой не должна превышать величину центробежного ускорения, равную $a=1 \text{ м/с}^2$. В табл. приведены радиусы кривизны трассы, удовлетворяющие условию $a=1 \text{ м/с}^2$ и $a=0,5 \text{ м/с}^2$.

Таблица

| v , км/час | | 200 | 250 | 300 | 350 | 400 | 450 | 500 |
|----------------|-----------------------|------|------|-------|-------|-------|-------|-------|
| R_{\min} , м | $a=1 \text{ м/с}^2$ | 3100 | 4800 | 6900 | 9500 | 12300 | 15600 | 19300 |
| | $a=0,5 \text{ м/с}^2$ | 6200 | 9600 | 13800 | 19000 | 24600 | 31200 | 38600 |

В известных решениях не описано создание горизонтальных кривых на СТЮ, что представляет серьёзную техническую проблему, так как струны в рельсе-струне являются прямолинейными благодаря высоким усилиям их натяжения. Кривые могут быть устроены по типу кривых на железных дорогах: по криволинейным пролётным строениям уложены на шпалах криволинейные железнодорожные рельсы. Однако такая эстакадная конструкция приведёт к удорожанию двухпутной трассы СТЮ не менее чем на 3 млн. USD/км. Предлагаемое ноу-хау позволит выполнить горизонтальные кривые при удорожании (по сравнению с прямолинейными участками) всего на 0,2 млн. USD/км. Таким образом, удешевление составит для криволинейных участков 2,8 млн. USD/км, а для трассы (при наличии 10% криволинейных участков) - в среднем на 0,28 млн. USD/км.

3. Конструктивные решения, особенности технологии строительства и используемых материалов, которые обеспечат работу путевой структуры с учётом температурных деформаций при перепаде температур 100 °С.

Данное ноу-хау позволяет создать бесстыковой "бархатный" путь для скоростного движения колеса модуля (до 500 км/час) при перепаде температур в 100 °С (например, от -50 °С зимой до +50 °С летом). Такая техническая задача является достаточно сложной и решается сегодня в транспорте путём устройства температурных деформационных швов в путевой структуре (стыки между железнодорожными рельсами, пролётными балками мостов и путепроводов, железобетонными плитами покрытий автомобильных дорог и взлётно-посадочных полос аэродромов и т.д.). Устройство стыков и деформационных швов приводит к удорожанию путевой структуры на 5...10%. Деформационные швы являются самыми уязвимыми местами конструкции, разрушение которой начинается именно со стыков, либо с температурных трещин, которые появляются в процессе эксплуатации трассы, как в асфальтобетонных покрытиях автомобильных дорог, где температурные швы заранее не устраивают. Это снижает срок службы путевой структуры и подвижного состава в 1,5...2 раза, снижает расчётные скорости движения подвижного состава, увеличивает эксплуатационные издержки по транспортной системе в целом на 10...20%.

"Бархатный" путь, создаваемый данным ноу-хау, увеличит срок службы путевой структуры и подвижного состава по меньшей мере в 2 раза без удорожания трассы СТЮ. При норме амортизационных отчислений в 5%, стоимости двухпутной трассы 1,1 млн. USD/км, реальные отчисления могут быть 2,5% и экономия за 20 лет эксплуатации составит 50% от стоимости трассы, или 0,55 млн. USD/км.

4. Конструктивные решения, обеспечивающие выполнение рельса-струны сборно-разборной.

В известных решениях рельс-струна выполнена как монолитная конструкция, в которой затруднена смена головки и других элементов. Будет затруднён также демонтаж конструкции после завершения эксплуатации. Данное ноу-хау удешевит конструкцию путевой

структуры СТЮ на 0,05 млн. USD/км и снизит эксплуатационные издержки на 0,01 млн. USD/км · год.

5. *Форма корпуса транспортного модуля СТЮ с коэффициентом аэродинамического сопротивления $C_x = 0,06$.*

Запатентованная А.Э.Юницким форма корпуса модуля имеет $C_x = 0,075$. При площади поперечного сечения корпуса $F_k = 3,5 \text{ м}^2$ и скорости движения 400 км/час мощность аэродинамического сопротивления такого модуля составит $N_{a.c.} = 220 \text{ кВт}$. При снижении коэффициента C_x до значения $C_x = 0,06$ мощность сопротивления снизится до 175 кВт, т.е. уменьшится на 45 кВт. В пересчёте на пассажира (для десятиместного модуля) это составит экономию мощности 4,5 кВт/пасс.

При среднемировой стоимости электроэнергии около 0,05 USD/кВт · час, среднесуточном пассажиропотоке 20 тыс. пасс./сутки, экономия электроэнергии за 20 лет эксплуатации трассы СТЮ протяжённостью 1000 км на пассажирских перевозках составит 82 млн. USD. При грузопотоке 100 тыс. тонн/сутки и 5-ти тонном грузовом модуле экономия электроэнергии на такой же трассе за 20 лет эксплуатации составит на грузовых перевозках (экономия мощности двигателя составит 9 кВт/т) 821 млн. USD.

6. *Кроме этого имеется свыше 100 ноу-хау, касающихся:*

- конструктивного исполнения: рельса-струны; головки рельса; струны; анкеровки струны; электроизоляция рельса-струны друг от друга и опор; опор промежуточных, тормозных и анкерных; верхнего строения опор; фундаментов опор; транспортных модулей пассажирских, грузовых и грузопассажирских; их приводов, ходовой части, систем управления, колёс, механизмов открывания и закрывания салона; систем спасения пассажиров в аварийных ситуациях и др.;

- технологии строительства транспортных линий: рельса-струны, опор промежуточных, тормозных и анкерных, монтажа элементов путевой структуры (струна, корпус рельса, головка рельса, наполнитель) с учётом климатических факторов (диапазон изменения температур воздуха в течение года и температура в момент монтажа путевой структуры) и географических факторов (вероятность землетрясений, наводнений, оползней);

- инфраструктуры: принципиальные схемы пассажирских и грузовых вокзалов, станций, терминалов, депо; низкоскоростных и высокоскоростных стрелочных переводов и др.;

- особенностей эксплуатации: равнинных трасс и горных участков (с углами наклона к горизонту до 45°); трасс с вероятностью обледенения и в зонах с обильными снегопадами; в аварийных ситуациях (падение опоры, обрыв струны, поломка модуля и др.); организация движения одиночного модуля, потока модулей и эшелонов модулей, связанных друг с другом электронной сцепкой, включение в транспортный поток модулей, идущих со стороны стрелочных переводов, промежуточных вокзалов и станций и др.;

- оснастки: для изготовления рельса-струны, элементов путевой структуры и опор; для натяжения и крепления струны; для устройства вертикальных и горизонтальных кривых на трассе; для компенсации температурных деформаций головки рельса, корпуса рельса, наполнителя рельса и струны; для устранения последствий длительной релаксации струны; для монтажа путевой структуры и опор и др.;

- материалов, используемых для изготовления струны, головки рельса, корпуса рельса, наполнителя, элементов конструкции опор, а также - узлов, агрегатов и элементов транспортных модулей;

- стандартов, свойственных только СТЮ: конструктивные стандарты путевой структуры (ширина колеи, ширина и форма головки рельса, ширина и форма опорной части двухребордного колеса модуля); стандарты по длине пролётов и их конструктивному исполнению в зависимости от длины; стандарты по опорам (шаг установки, стандарты статических и динамических нагрузок, стандарты по высоте опор и др.); электротехнические стандарты по

транспортной линии и подвижному составу; технологические, эксплуатационные и другие стандарты;

- ноу-хау, относящихся к различным коммерческим проектам с использованием СТЮ (аттракционы; острова-пляжи; использование СТЮ вместо нефтепровода; создание линейных городов и шахматных мегаполисов; доставка в жаркие страны природного холода и природной питьевой воды из России и др.);

- других ноу-хау: использование трасс СТЮ в качестве линий электропередач; их совмещение с линиями связи (приводными, релейными, опτικο-волоконными), ветряными и солнечными электростанциями и др.

Литература:

1. Юницкий А.Э. Струнные транспортные системы: на Земле и в космосе. / Гомель: "Инфотрибо". 1995. - 337 с.