

СТС не представляет значительной трудности и базируется на известных методах расчета стержневых конструкций типа рам и ферм с учетом особенностей нагружения каждого вида опор (таблица 3).

Для уточненного исследования могут привлекаться современные матричные методы расчета упругих систем [18, 25]. Определенную специфику имеет оценка прочности опор при аварийных ударах [10], а также изучение нагружения гибких (тросовых) элементов, используемых при закреплении опор на водных участках трассы [29].

Таблица 3

Вид опоры	Источник нагрузки	Характер нагрузки
Поддерживающая	Вес путевой структуры и транспортного модуля	Вертикальная статическая порядка 15 тс
	Компонента нагрузки, обусловленная движением транспортного модуля	Вертикальная динамическая
	Ветровая нагрузка	Поперечная нестационарная
Тормозная	Разгон и торможение транспортных модулей	Продольная динамическая
	Вес конструкции на наклонных участках трассы; различие температурных деформаций на соседних участках	Продольная статическая
Анкерная	Натяжение струн в процессе строительства или при обрыве	Продольная однократная порядка 100–1000 тс
	Натяжение струн на первой и последней анкерных опорах	Продольная статическая порядка 100–1000 тс
	Температурные деформации струн	Продольная статическая, достигающая 20 % от усилия натяжения

Транспортный модуль. При проектировании транспортного модуля СТС необходим современный подход, стирающий различия между конструкторским, прочностным и технологическим аспектами, который нашел широкое распространение при создании высокоскоростного транспорта (например, в авиации) [15]. Метод, когда оптимальные результаты достигаются путем локального варьирования свойств материала в зонах концентрации напряжений, связан с применением композитов и позволяет снизить массу конструкции, затраты на изготовление и эксплуатацию, повысить безопасность, срок службы и комфортабельность.

Однако расчет композитных конструкций весьма сложен, что связано с анизотропией упругости и прочности, неоднородностью и сравнительно небольшими (по сравнению с металлами) допустимыми деформациями, а также с остаточными напряжениями и явлением деградации (старения) композитов. Так как существует много вариантов разрушения (растяжение, сжатие, сдвиг в плоскости листа, межслоевой сдвиг, плоское растяжение и др.), необходимо иметь показатели свойств при растяжении, сжатии и сдвиге анизотропного монослоя в виде серии графиков, иллюстрирующих изменение прочности и упругости в зависимости от ориентации волокна в матрице.

При наличии информации о внешних нагрузках на транспортный модуль (инерционные и аэродинамические силы, колебания двигательной установки и др.) и критериев разрушения материала становится возможным анализ и оптимизация напряженного состояния всего модуля. Это достижимо путем компьютерного расчета современными дискретными методами, согласно которым моделируется нагружение совокупности элементов (стержней, панелей и мембран).

3.3. Трибология контакта «колесо – струна»

Одним из наиболее важных аспектов функционирования СТС является трибологический. Фрикционное взаимодействие при качении колес по струнной транспортной линии имеет ряд особенностей.

Так, движение модулей происходит со скоростью, значительно превышающей скорость традиционных видов железнодорожного транспорта. Кроме своего непосредственного назначения – осуществления движения в нужном направлении и передачи тяги – контакт качения конструктивно является токонесущим. Это делает его, на первый взгляд, весьма напряженным.

Однако при достаточно развитой площади контакта наряду с малым весом транспортного модуля удельные давления будут во много раз меньше, чем в сопряжении «железнодорожное колесо – рельс». Кроме того, большая площадь контакта обеспечит снижение плотности тока до приемлемой величины.

При обеспечении прилегания значительной части поверхностей колеса и головки струнной транспортной линии существенно облегчается реализация усилий тяги и торможения. Таким образом, конструктивно высокая степень прилегания оказывается эффективной как в плане передачи касательных напряжений в условиях малого веса транспортного модуля, так и снижения нормальных контактных напряжений и плотности тока.