

АНАЛИЗ ДИНАМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК КАТКОВЫХ ТУРНИКЕТНО-КРЕПЁЖНЫХ УСТРОЙСТВ

А. Д. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, С. М. ВАСИЛЬЕВ

Белорусский государственный университет транспорта

Стремление снизить уровень динамических воздействий на длинномерный груз и опорные вагоны с целью при ударном взаимодействии последнего с другими единицами подвижного состава, и тем самым повысить сохранность вагонов и грузов, привело к созданию так называемых подвижных турникетно-крепёжных устройств (ТКУ). Большую группу подвижных ТКУ образуют катковые опоры. В таких устройствах кинематическая энергия удара переходит в потенциальную энергию подъема груза при перекатывании его на тела качения по криволинейным направляющим.

Для исследования динамических воздействий на длинномерные грузы, укрепленные на опорных вагонах с использованием катковых ТКУ, разработаны и реализованы на ЭВМ в пакете Mathcad математические модели. Получены зависимости максимального продольного ускорения груза от основных параметров катковых ТКУ. Исходя из проведенных расчетов, можно выделить следующие закономерности, характерные для ТКУ каткового типа.

Во-первых, увеличение начальной скорости соударения приводит к увеличению ускорения груза. При превышении определённой начальной скорости соударения линии ускорения на графиках уходят резко вверх. Это отражает те случаи, когда полностью использован рабочий ход ТКУ и происходит удар об ограничитель. Ускорение груза при таком ударе об ограничитель значительно выше, чем ускорение в пределах рабочего хода ТКУ. Чем больше радиус рабочих поверхностей ТКУ и чем меньше коэффициент трения, тем меньше ускорение груза в пределах рабочего хода ТКУ, однако тем быстрее (при меньшей начальной скорости соударения) заканчивается рабочий ход ТКУ и наступает удар об ограничитель. Таким образом, при стремлении уменьшить коэффициент трения и увеличить радиус опорных поверхностей с целью уменьшения ускорения груза, необходимо помнить, что удар об ограничитель наступает при меньших начальных скоростях соударения и может привести к тому, что груз получит при ударе не меньшее, а многократно большее ускорение. Исходя из ожидаемой на пути транспортировки груза максимальной скорости соударения, можно подобрать коэффициент трения и радиус опорной поверхности, при которых будет обеспечено минимальное ускорение груза при ударе и работа ТКУ в пределах рабочего хода.

Во-вторых, для ТКУ каткового типа характерно также, что по мере увеличения коэффициента трения максимальное ускорение груза сначала уменьшается, а затем при дальнейшем увеличении коэффициента трения ускорение увеличивается, т. е. на графике виден минимум функции. Такую форму графика можно объяснить, исходя из силовой характеристики каткового ТКУ, тем, что на ускорение груза влияет как коэффициент трения, так и радиусы опорных поверхностей и катка.

Геометрическая форма нижней рабочей поверхности каткового ТКУ такова, что чем дальше каток отклоняется из равновесного положения, тем «круче» поверхность, по которой он катится и тем больше продольное ускорение. Если коэффициент трения относительно мал, то решающее влияние на ускорение груза оказывает радиус опорных поверхностей ТКУ. По мере увеличения коэффициента трения (при прочих неизменных параметрах) каток всё меньше откатывается от равновесного положения до более «отвесной» части нижней рабочей поверхности, где мог бы достичь наибольшего ускорения, т. е. на графике видно, что ускорение снижается. При дальнейшем увеличении коэффициента трения влияние радиуса опорных поверхностей становится всё менее заметным, и ускорение груза закономерно увеличивается по мере увеличения коэффициента трения.

Таким образом, можно для конкретных условий определить такие сочетания значений коэффициента трения и радиуса опорных поверхностей, при которых продольное ускорение груза минимальное.

В-третьих, ТКУ каткового типа характерно, что увеличение массы груза приводит к уменьшению ускорения груза.

Несомненным достоинством катковых устройств является возможность реализации в них практически любых заранее заданных качеств путём соответствующего подбора форм профилей катков и взаимодействующих с ними опорных поверхностей. При одинаковой величине предельно допускаемых перемещений груза относительно опорных вагонов опоры такого устройства имеют примерно в два раза меньшие габариты в продольном направлении по сравнению со всеми другими видами опор подвижных ТКУ. Катковые устройства не требуют включения в себя дополнительных пятниковых устройств, а демпфирование относительных перемещений груза может быть осуществлено достаточно легко за счёт торможения перекатывания катка путём расклинивания между направляющими его торцевых поверхностей или искусственного увеличения трения на цилиндрических поверхностях.