

вов и вагонов разных типов, но и условия их эксплуатации и организации ремонтного производства. Локомотивы, как наиболее сложные, энергоемкие и автоматизированные машины, оснащают встроенными техническими средствами диагностики, которые позволяют не только определять техническое состояние главных агрегатов, но и определять остаточный ресурс основных механизмов. Диагностическая информация для контроля их состояния может быть получена различными физическими методами.

Проведен анализ имеющейся научно-технической литературы, который показал, что наиболее эффективными являются оптические, электрические, электромагнитные и акустические методы. Как правило, эти методы используются независимо друг от друга. В современных диагностических системах имеет место стремление к одновременной оценке максимально возможного числа параметров, их определению непосредственно в процессе функционирования системы, повышению точности и снижению времени испытаний.

Приводятся примеры конкретного применения различных физических методов анализа для контроля и диагностики различных транспортных средств, в том числе и на железнодорожном транспорте.

УДК 629.44

## КРЕПЛЕНИЕ ДЛИННОМЕРНЫХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНАХ С ОБЕСПЕЧЕНИЕМ ПРОДОЛЬНОЙ АМОРТИЗАЦИИ

А. Д. ЖЕЛЕЗНЯКОВ

*Белорусский государственный университет транспорта*

Максимальная сила, возникающая при соударении твердых тел, находится в прямой зависимости от начальной скорости соударения, массы соударяющихся тел и контактной жесткости связи между ними. Вследствие этого для смягчения удара при некоторой скорости соударения целесообразно уменьшать массы, непосредственно участвующие в соударении, жесткость устройств, воспринимающих и передающих удар.

Большинством традиционных схем крепления груза на подвижном составе предусматривается жесткая связь (соизмеримая по своей жесткости с жесткостью межвагонной связи и жесткостью кузова вагона в продольном направлении) груза с опорным вагоном. Если длинномерный груз опирается на два вагона сцепа, такая связь реализуется на одном из опорных вагонов.

Общим недостатком таких схем крепления является увеличение ударной массы вагона. Недостатки подобных схем особенно проявляются при размещении груза на сцепе вагонов. При соударениях продольная нагрузка в этом случае воспринимается практически только одним вагоном.

Необходимость исключения или уменьшения этих недостатков потребовала создания подвижных крепежных устройств. При сравнительном анализе известных в настоящее время типов подвижных опор, а именно: упругих, гравитационных и комбинированных – можно установить, что упругие устройства обладают одним несомненным достоинством – одноосностью действия; в этом случае продольные нагрузки не сопровождаются возникновением вертикальных или боковых сил значительной величины. Однако практически осуществимые конструкции таких устройств, предназначенных для реализации более или менее значительных перемещений (0,5–1,0 м), чрезвычайно сложны, дороги, громоздки и металлоемки. Эти же недостатки в той или иной мере присущи и комбинированным устройствам. На основании этого указанные виды устройств широкого распространения не получили.

Известна большая группа гравитационных устройств, работоспособность которых обеспечивается за счет использования собственного веса перевозимого груза. Возвращающая сила в таких устройствах образуется за счет повышения уровня центра опирающихся на них масс. В настоящее время известны следующие разновидности гравитационных устройств: клиновые, маятниковые, колесные, полозковые, секторные и катковые.

Клиновые устройства в принципе обладают и возвращающими, и демпфирующими качествами, обеспечивая подъем груза при его относительных продольных перемещениях и торможение этих перемещений за счет скольжения наклонных опорных поверхностей. Однако такие устройства



имеют чрезмерно большое количество сухого трения, при неизбежных изменениях которого в эксплуатационных условиях и износах трущихся поверхностей надежность работы устройства по возвращению груза в исходное положение снижается. Это приводит к необходимости заведомого завышения угла заострения клиньев, что вызывает существенное увеличение продольных нагрузок жестко передающихся грузу при движении поезда, и снижает эффективность работы устройства. Кроме этого клиновые устройства должны включать в себя сложные и громоздкие узлы со сферическими пятниками, позволяющими компенсировать перекосы длинномерного груза относительно опорных вагонов при вписывании сцепа в кривые участки пути, прохождении горба сортировочной горки и при всех относительных перемещениях вагонов сцепа.

Маятниковые устройства обладают весьма ограниченной возможностью реализации значительных относительных перемещений груза, определяемой практически приемлемой длиной маятниковых подвесок, габаритами и металлоемкостью самих устройств. Для предотвращения постоянного раскачивания груза такие устройства должны включать в себя специальные демпфирующие элементы (гасители колебаний), существенно усложняющие конструкцию опоры.

Колесные устройства обладают достаточной способностью обеспечивать требуемые возвращающие качества, однако их конструкция весьма громоздка и металлоемка. Продольные габариты устройства должны более чем в два раза превышать его ход, а подшипниковые узлы, воспринимающие значительные вертикальные и боковые нагрузки, должны к тому же эффективно обеспечивать демпфирование продольных перемещений, что существенно усложняет конструкцию указанных узлов.

Ползковые устройства можно считать разновидностью колесных, когда верхний опорный элемент выполнен в виде застопоренного колеса. Эти устройства сохраняют в себе недостатки колесных: увеличенные габариты в продольном направлении и ограниченные возможности по обеспечению оптимального демпфирования продольных перемещений.

Секторные устройства вряд ли могут претендовать на широкое распространение, так как трудно представить себе приемлемую конструкцию натурной опоры такого типа, у которой размеры секторов превышают удвоенный ход устройства.

Несомненным достоинством катковых устройств является возможность реализации в них практически любых заранее заданных качеств путем 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 счет торможения перекатывания катка путем расклинивания между направляющими его торцевых поверхностей или искусственного увеличения трения качения на цилиндрических поверхностях.

Во всех перечисленных схемах в процессе соударения исходное положение груза относительно опорных вагонов восстанавливается за счет действия на него возвращающей силы, функционально зависящей в общем случае от относительных перемещений груза и опорных вагонов.

УДК 629.44

## ОБОБЩЕННЫЙ КРИТЕРИЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВ КРЕПЛЕНИЯ ДЛИННОМЕРНЫХ ГРУЗОВ НА ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫХ ВАГОНАХ

*А. Д. ЖЕЛЕЗНЯКОВ, С. М. ВАСИЛЬЕВ*

*Белорусский государственный университет транспорта*

В настоящее время вопрос о критериях эффективности работы подвижных опор по снижению продольных инерционных нагрузок, передаваемых грузу и опорным вагонам, остается нерешенным. Наиболее распространенным подходом является сравнение тех или иных принципиальных схем крепления грузов по величинам продольных сил и ускорений, воспринимаемых ими при ударных взаимодействиях вагонов с другими единицами подвижного состава. Такой подход не может дать объективной картины работы крепежных устройств для их сравнения и оптимизации амортизи-