

ПРИМЕНЕНИЕ ГАСИТЕЛЕЙ КОЛЕБАНИЙ ВЯЗКОГО ТРЕНИЯ НА МАГИСТРАЛЬНЫХ ЛОКОМОТИВАХ

А. А. КУЗНЕЦОВ

Петербургский государственный университет путей сообщений

На сегодняшний день как в отечественном, так и в мировом локомотивостроении наибольшей популярностью пользуются бесчелюстные тележки. Данный тип тележек прост в производстве и эксплуатации, при этом позволяет с высокой эффективностью реализовывать максимально допустимую силу тяги. Наибольшее распространение на магистральных тепловозах получили трехосные бесчелюстные тележки с буксовыми поводками и фрикционными гасителями колебаний в первой ступени рессорного подвешивания.

Опыт эксплуатации и теоретические исследования показывают, что фрикционные гасители колебаний, так как они основаны на принципе сухого трения, обеспечивают удовлетворительное взаимодействие тягового подвижного состава и верхнего строения пути лишь на небольших скоростях.

При движении магистральных локомотивов с высокими скоростями возникает явление резонанса (в интервале 80–90 км/ч), которое фрикционный гаситель полностью ликвидировать не в силах. Вследствие этого происходит сильный износ ходовых частей локомотива, гребней бандажей колесных пар, а также повышенный износ верхнего строения пути.

Данный тип гасителей колебаний устанавливается вертикально, что обуславливает возможность гашения колебаний только в этой плоскости.

На современном этапе развития железнодорожного транспорта разработаны и находят применение ряд мероприятий по уменьшению износа колесных пар, ходовых частей локомотивов и железнодорожного полотна.

Применяется упрочнение поверхности катания колесных пар, что увеличивает пробег локомотива между ремонтами. Для увеличения срока службы ходовых частей локомотива, повышения конструктивной скорости и уменьшения динамического воздействия на путь применяют также опорно-рамное подвешивание тяговых электродвигателей.

Для оптимизации взаимодействия экипажной части локомотива и верхнего строения пути с увеличением срока их эксплуатации предлагается внести изменения в систему рессорного подвешивания локомотивов с трехосными бесчелюстными тележками, а именно: произвести постановку гидравлических гасителей колебаний, буксовую ступень рессорного подвешивания взамен фрикционного гасителя. За счет сил вязкого трения гидрогасителя характеристики рессорного подвешивания улучшаются, явление резонанса практически не возникает.

Как известно, износ гребня происходит благодаря поперечным колебаниям подвижного состава, которые, как говорилось выше, почти не «гасятся» гасителями колебаний сухого трения. Предлагаемая конструкция крепления гидрогасителя обеспечивает сглаживание как вертикальных, так и поперечных колебаний.

Подобная модернизация системы рессорного подвешивания приведет к увеличению срока службы ходовых частей локомотива, всего локомотива и значительному уменьшению износа бандажей колесных пар и рельсов, что доказывается теоретически и практически.

Применение данного типа гидравлических гасителей колебаний уменьшает износ колесных пар в среднем до 5 % в год в зависимости от условий эксплуатации.

УДК 658.515 (088.8): 629.488.42: 629.472.7

СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ СБОРКИ – ДЕМОНТАЖА МЕХАНИЧЕСКИХ НАПРЕССОВОК КОЛЕСНЫХ ПАР ВАГОНОВ

Э. А. ЛИСИЧКИН, Н. Г. СЕНЬКО, Е. Н. КОНОВАЛОВ

Белорусский государственный университет транспорта

Успешное решение задачи дальнейшего повышения безопасности движения поездов требует всемерного совершенствования технологии изготовления колесных пар вагонов. В данном случае основное внимание уделено совершенствованию механической запрессовки при сборке соединений

с гарантированным натягом осей и колес. До настоящего времени вопросы формирования колесных пар вагонов не разработаны в полной мере, поэтому в практике и при исследованиях отмечается различная исходная прочность механических запрессовок при установленных условиях сборки продольно-прессовых соединений. Проблема повышения прочности сопряжения и совершенствования формирования соединений с гарантированным натягом приобрела большую актуальность.

Обычная технология сборки поперечно-прессовых соединений механической запрессовкой не совершенна, а недостаточная прочность сопряжения посадок с гарантированным натягом нередко приводит к их преждевременному разрушению. Случаи разрушения соединений колес и осей свидетельствуют о том, что не только сам процесс формирования колесных пар вагонов, но и способ контроля за качеством получаемых механической запрессовкой продольно-прессовых соединений требуют совершенствования с целью обеспечения стабильности процесса по прочности получаемых сопряжений. Прочность сопряжения соединений с натягом определяется комплексом физических процессов, происходящих в зоне контакта деталей, зависящих от многих факторов. Существенное значение имеют такие технологические факторы, как количество подаваемой в зону сопряжения смазки, состояние получаемого поверхностного смазочного слоя в зоне контакта сопрягаемых деталей, несовпадение геометрических осей (перекосы) последних при относительном сдвиге под нагрузкой от плунжера пресса. Это обуславливает значительное рассеивание максимальных контрольных усилий запрессовки – показателя для оценки прочности механических напрессовок колес на оси при формировании колесных пар вагонов на отечественных и зарубежных железных дорогах. Недостаточная надежность механических напрессовок цельнокатаных колес на оси подтверждается практикой производства и эксплуатации колесных пар вагонов, а также материалами многочисленных исследований.

При относительном сдвиге колес и осей процессы трения в зоне их контакта, определяющие в конечном итоге прочность соединения на сдвиг и проворачивание под нагрузкой, во многом зависят от состояния поверхностей контакта сопряженных деталей, которое они приобретают в процессе сборки. Поэтому в указанном направлении сохранения исходного микропрофиля поверхностей контакта колес и осей колесных пар при их формировании механической запрессовкой кроется существенный резерв повышения прочности сопряжения элементов и усталостной прочности осей.

При существующей технологии формирования колесных пар вагонов напрессовка колес на оси производится в условиях, при которых пленка смазки на поверхности контакта деталей при их относительном смещении прорывается и на посадочных поверхностях при частичном металлическом контакте наблюдаются риски, задиры, пластические деформации. В условиях истирания сталь-постали износ деталей в соединениях происходит со схватыванием трущихся поверхностей и образованием площадок молекулярного схватывания. Износ схватыванием возникает при отсутствии смазки, невысокой относительной скорости скольжения поверхностей контакта и удельном давлении, превышающем предел текучести материала. Поэтому допустимая величина удельного давления в сопряжении с натягом не должна превышать значения, определяемого (на основании теории прочности по наибольшим касательным напряжениям) по зависимости $p_k = 0,58\sigma_T [1 - (d/d_n)^2]$, где σ_T , d_n – предел текучести материала и диаметр охватывающей детали; d – диаметр сопряжения. На основе вышеизложенного объясняется возникновение колебаний давления при запрессовке колесной пары, если посадочные поверхности имеют высокую степень механической обработки и наблюдается разжижение масла, применяемого для смазывания поверхностей контакта соединяемых с осью колес. Этот вид брака при механической запрессовке колесных пар вагонов хорошо известен в производстве. В данном случае аксиальная сила запрессовки преодолевает молекулярные силы, возникающие при разрыве масляной пленки на площадках схватывания при трении (наблюдаются толчки давления). Для снижения трения толщина слоя смазки между сжатыми поверхностями, имеющими возможность относительного скольжения, должна быть соизмерима с высотой микронеровностей на сопрягаемых поверхностях охватывающей и охватываемой деталей соединения.

Норму наносимой смазки на контактные поверхности соединяемых с гарантированным натягом осей и колес крайне трудно регламентировать, рекомендуется наносить применяемую жидкую смазку на поверхности сопрягаемых элементов тонким слоем, покрывая все соприкасающиеся при трении скольжения поверхности. Незначительный слой смазки или неполное покрытие ею поверхностей контакта соединяемых деталей неизбежно вызывают повышение давления на плунжере пресса, задиры на поверхностях оси и ступицы колеса. Выполнена разработка (заявка на патент) устрой-

ства, применение которого при механической запрессовке колесных пар вагонов на существующем прессовом оборудовании колесных цехов предприятий обеспечивает равномерное поступление жидкой смазки в достаточном количестве для создания масляного слоя на контактирующих поверхностях осей и колес. Предложенное малогабаритное устройство монтируется на прессовом оборудовании в виде дополнительной гидроголовки (навесной модуль).

Для исключения несовпадения геометрических продольных осей элементов колесных пар при формировании их механической запрессовкой (центрирования) и перераспределения аксиальной сдвигающей нагрузки с целью предотвращения повреждений осей и изгиба шеек целесообразно использовать гидрофицированное устройство (патент № 761 Республики Беларусь на полезную модель). В работе данного устройства реализуется принцип пропорционального перераспределения сдвигающего усилия от плунжера пресса, применяемого для формирования или распрессовки колесных пар вагонов, между торцевой поверхностью оси и круговой поверхностью галтели радиусом R20 шейки. Для этого используется гидроцилиндр высокого давления с расходящимися поршнями, который устанавливается соосно между плунжером пресса и осью колесной пары до начала осуществления процесса запрессовки (распрессовки) соединения с натягом. Один из поршней упомянутого устройства, выполненный в виде двух концентрично установленных по отношению друг к другу цилиндров, контактирует с торцом оси и шейкой колесной пары, а второй – воспринимает и передает продольное запрессовочное усилие пресса через вязкую гидросреду цилиндра высокого давления на торцевые поверхности элементов первого составного поршня.

Использование маслосъема колес с осей при нагнетании минерального масла с торца охватывающей детали демонтируемого соединения позволяет при ремонте колесных пар со сменой элементов широко использовать старогодные оси и производить повторное формирование соединений колес с осями с минимальными затратами на механическую обработку посадочных поверхностей при подготовке к сборке. Навесное гидрофицированное устройство к применяемым прессам для формирования и распрессовки колесных пар позволяет в несколько раз снизить потребное усилие сдвига при выпрессовке осей, сохранить поверхности подступичных частей последних от механических повреждений и разгрузить несущие элементы применяемого в ремонтном производстве прессового оборудования. С целью повышения эффективности демонтажа соединений с натягом колесных пар вагонов должна быть предусмотрена возможность изменения эффективной сдвигающей силы гидрораспрессовки в зависимости от величины давления рабочей жидкости (РЖ) во внутренней полости силового цилиндра устройства. Практически необходимо удерживать ось колесной пары от аксиального сдвига относительно ступицы колеса до того момента, пока давление РЖ по всей длине посадки не превысит контактное сжатие, вызываемое фактическим натягом в соединении, и образуется расклинивающая масляная прослойка в зоне сопряжения деталей, уменьшающаяся по толщине от места торцевого подвода масла в сопряжение до противоположного торца ступицы колеса. Используемый в зарубежной практике (скоростная линия Синкансен, Япония) гидросъем колес с осей комбинированным способом дает ощутимый технико-экономический эффект. При торцевом нагнетании масла в сопряжение повышается эффективность применения технологии гидрораспрессовочных работ при формировании и демонтаже колесных пар подвижного состава рельсового транспорта.

УДК 629.423.31

ОПТИМИЗАЦИЯ КОНСТРУКЦИИ КРИВОШИПНО-ШАТУННОГО МЕХАНИЗМА ДИЗЕЛЬНОГО ДВИГАТЕЛЯ МЕТОДОМ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗА 3D-МОДЕЛЕЙ

В. А. ЛОДНЯ, Д. Д. СУПРУН

Белорусский государственный университет транспорта

В данной работе ставилась задача прогнозирования поведения и оптимизации реальной конструкции кривошипно-шатунного механизма (КШМ) дизельного двигателя МД-8, используя САД системы. Особое внимание уделялось получению максимальной точности и адекватности 3D-моделей реальным деталям КШМ. Для выполнения поставленной задачи использовалась программа COSMOS WORKS 6.0 в комплексе с системой твердотельного параметрического моделирования