

ным конвейером поточной линии и параллельно продольной оси последней, становится недостаточно, свобода маневра с объектами ремонта повышенной трудоёмкости исключается, срывы ритмичности работы поточной линии ВСУ грузового вагонного депо не исключаются.

В ОНИЛ «ТТОРЕПС» разработано новое техническое решение (подана заявка на предполагаемое изобретение), которое относится к области ремонтного производства и непосредственно касается ремонта железнодорожных грузовых вагонов. Целью указанной разработки является расширение технологических возможностей поточно-конвейерной линии за счёт повышения манёвренности объектами ремонта и улучшения использования производственной площади вагонсборочного участка ремонтного предприятия. Предлагаемая трёхниточная поточно-конвейерная линия ремонта вагонов рельсового транспорта применима при использовании на вагонсборочных участках (ВСУ) не только сквозного потока, но и П-образного, Ш-образного производственных потоков ремонта железнодорожных вагонов. Обеспечивается возможность более свободного маневрирования объектами ремонта. Предусматриваются три части производственного потока: а) входная часть на пять ремонтных позиций трехниточного ВСУ, б) часть вторая подъёмочного ремонта на три ремонтные позиции для выполнения ремонтных работ по кузовам вагонов, установленных на домкраты, и подкати отремонтированных собственных их тележек; в) выходная часть потока для завершения всех ремонтных операций по кузовам на собственных тележках вагонов, автосцепному и автотормозному оборудованию, малярных работ, сушки окрашенных поверхностей вагонов и постановки трафаретов, приёмо-сдаточных испытаний отремонтированных вагонов.

Предлагаемое техническое решение предусматривает:

- использование более двух дополнительных стационарных ремонтных стоек (дополнение в объект подобного элемента, обеспечивающее новые положительные свойства данного объекта);
- количество стационарных ремонтных стоек, соответствующее затрате потребного ремонтного времени для устранения неисправностей без перестановки на них снимаемых с конвейера объектов ремонта (сочетание известных элементов, приводящее к достижению объектом нового результата);
- изменение расположения частей объекта, обеспечивающее ему новый результат (одна из позиций на трёх рельсовых путях снабжена устройствами для установки кузовов вагонов на собственные отремонтированные тележки);
- новое расположение нескольких дополнительных ремонтных стоек, позволяющее улучшить использование производственной площади вагонсборочного участка депо;
- исключение необходимости использования транспортировочных тележек при передаче кузова вагона с основного конвейера на стационарное ремонтное стойло (исключение элемента из известного объекта при сохранении объектом возможности выполнения своих функций).

УДК 658.3:656.2

РАЗРАБОТКА МОДЕЛИ ПРИЧИННО-СЛЕДСТВЕННЫХ СВЯЗЕЙ РАЗВИТИЯ ДЕФЕКТОВ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

А. В. СЕРАКОВА

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Для поиска причин дефектов изделий, низкого качества их технического состояния, несоответствия требованиям безопасности и решения других проблем используется определенный набор инструментов: причинно-следственные диаграммы (диаграмма Исикавы), диаграммы связей, методы анализа потенциальных отказов и др. Обычно для выявления причин проблемы используется термин «анализ корневых причин» (Root Cause Analysis, RCA). Анализ корневых причин (АКП) – это структурированное исследование, целью которого является идентификация истинных причин проблемы и принятие действий, необходимых для устранения этих причин.

Существующие методы АКП являются преимущественно экспертными процедурами качественного анализа причин, так как не позволяют в явной форме учитывать статистическую информацию о процессе. Недостатком методов анализа потенциальных отказов (FTA, FMEA, FMECA), применяемых обычно на стадии доработки конструкции технического объекта, является использо-

вание балльных экспертных оценок вероятностей отказов. Фактически методы FMEA не позволяют идентифицировать корневые причины, поскольку учитывают только причины первого уровня, непосредственно влияющие на появление дефекта, и не учитывают причины более глубоких уровней (причины причин и т.д.). Экспертный характер процесса анализа причинно-следственных связей обусловлен отсутствием математического языка для описания причинности, а также неоднозначностью самого понятия «причинно-следственная связь».

Разработка модели причинно-следственных связей развития дефектов подвижного состава ориентирована на предупреждение опасности лавинообразного развития дефектов и предотвращения большого ущерба. Ключевым элементом эффективного контроля состояния парка подвижного состава является компьютерное прогнозирование параметров вагонов с предоставлением соответствующим службам пользователей периодических отчетов и аварийных предупреждений. Для решения этой задачи разработана структурная модель, которая отображает результат проработки статистики дефектов колес. Начиная с рассмотрения более типичных видов повреждений, например поверхности катания колес, дефектов подшипников, нарушения геометрии тележки и профиля колеса, определены причинно-следственные процессы и контур позитивной обратной связи в развитии повреждений.

Предложенная модель содержит центральное ядро и окраинные шестигранные блоки. Стрелки, направленные к шестигранным блокам, демонстрируют причины возникновения повреждений, а уходящие от них – последствия ущерба либо воздействия на другие компоненты вагона. Стрелки между шестигранниками показывают последствия несвоевременного устранения нарушения геометрии кузова и повреждений колесной пары, давая понять, что бездействия приводят к повреждениям соседних колес тележки. Ядро модели является опасной зоной и демонстрирует последствия игнорирования информации от блоков контроля или невыполнения превентивных профилактических мер. Если цикл повторяется, увеличивается сила воздействия на компоненты вагона и рельсы, что приводит также к повреждению элементов инфраструктуры. Кроме того, неизбежный рост сопротивления движению увеличивает расходы на тягу. С течением времени тяжесть дефектов и рисков лавинообразно увеличивается из-за положительного характера обратной связи процесса, что в конечном итоге приводит к значительному повышению затрат.

Некоторые из причин возникновения дефектов и их последствия, которые могут быть обнаружены системами дистанционного мониторинга, расположены на периферии модели. Например, движение колеса юзом вызывает небольшой дефект – ползун, который увеличивается с течением времени, и в результате значительно возрастает воздействие от колеса на другие элементы подвижного состава и путь.

Велика вероятность, что воздействие на рабочие поверхности буксового подшипника приведет к повреждению его поверхности катания. Незначительные дефекты колеса со временем только увеличиваются, но не исчезают, причем часто наблюдается взаимное влияние дефектов колес на одной оси. Нарушение геометрии из-за усталости металла часто вызывает заметное изменение профиля колеса, состояния гребня и поверхности катания.

Это ускоряет износ колес и приводит к образованию трещин и сколов, усилению ударных нагрузок. Перекос кузова вагона приводит к увеличению воздействия поперечных сил на рельсы и буксовые подшипники, что в дальнейшем приводит к износу поверхностей катания и появлению люфта в подшипнике. Эти неисправности являются основными причинами нагрева подшипников и могут быть зафиксированы устройствами предаварийного мониторинга подвижного состава по фактическому состоянию. К числу эффективных устройств предаварийного контроля технического состояния вагонов можно отнести приборы акустического исследования буксовых узлов на ходу поезда.

Управление рисками является предметом постоянного внимания в неоднозначных условиях работы. Если система контроля выдает сигнал, требующий отцепки вагона из движущегося поезда, возникают значительные расходы, связанные со сбоем движения. Общая стоимость ремонта вагона значительно выше, если поломка произошла в процессе движения. Например, по сообщению аналитиков Transportation Research Board США, замена дефектного буксового подшипника на отцепленном вагоне в 6–8 раз выше, чем если бы это выполнялось в депо при текущем обслуживании. Эти положения подтверждают необходимость использования предложенной модели.