

что покрытия триботехнического назначения прежде всего должны обеспечивать высокую износостойкость и стабильное фрикционное поведение материалов. Для выполнения этих требований необходимы высокая адгезия между покрытием и подложкой и хорошая несущая способность, т. е. способность материала сопротивляться нагрузке без пластических деформаций, растрескивания и расслаивания покрытий.

Численные исследования напряженно-деформированного состояния проводились для слоистой системы АПП(DLC)-Карбид Титана (TiC)-Титан(Ti)-Сталь при действии распределенной нормальной нагрузки и касательных усилий. Предполагается, что распределение нормальной нагрузки подчинено параболическому закону, а касательная нагрузка действует согласно закону Кулона  $q = fp$ , где  $f$  – коэффициент трения.

На основании проведенных исследований НДС для параметров слоистой композиции DLC-TiC-Ti-Steel (0,2 мкм – 0,6 мкм – 0,2 мкм) в зависимости от коэффициента трения можно заключить, что при увеличении коэффициента трения область максимальных касательных напряжений перемещается из слоя TiC в поверхностный слой АПП, а ее величина перепада напряжений на границе раздела TiC-Ti остается постоянной.

УДК 629.46.004.67:658.527

## ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ПОТОЧНЫХ ЛИНИЙ ДЛЯ РЕМОНТА ВАГОНОВ ЗА СЧЁТ ПРИДАНИЯ ГИБКОСТИ ИХ СТРУКТУРЕ

В. В. МЯМЛИН

*Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта  
им. академика В. Лазаряна, Украина*

От надёжности работы поточного производства зависит его эффективность. На надёжность работы оказывает влияние большое количество различных факторов. В первую очередь следует выделить надёжность технологического оборудования и надёжность технологического такта.

В результате отказов технологического оборудования нарушается нормальный ход производственного процесса, и наступает отказ всей поточной линии. Особенно ярко это проявляется при отказе оборудования, входящего в состав «жёсткой» поточной линии. Такая линия состоит из последовательно соединённых позиций, каждая из которых оснащена специализированным технологическим оборудованием. Как известно, общая надёжность системы, состоящей из последовательно соединённых элементов, равна произведению их надёжностей. Практически все существующие вагоноремонтные предприятия, которые были построены в период существования Советского Союза, имеют «жёсткую» структуру вагоноборочных участков. Позиции для ремонта вагонов располагаются вдоль железнодорожных путей. При такой структуре вагоны можно ремонтировать и стационарным, и поточным методом. Как известно при поточном методе ремонта улучшается качество ремонта и повышается производительность труда. Поточный метод является более прогрессивным, чем стационарный.

Следует, однако, подчеркнуть, что в вагоноремонтном производстве имеются свои специфические особенности, игнорирование которых не позволяет ещё до сих пор осуществить массовое внедрение поточных методов при деповском ремонте вагонов и получить весомую отдачу там, где они уже внедрены.

Как правило, поточные линии имеют «жёсткие» связи между позициями, и представляют собой многофазные одноканальные системы массового обслуживания. Движение вагонов по такому потоку осуществляется одновременно с помощью грузоведущего конвейера. Каждый вагон должен пройти поочередно через одни и те же ремонтные позиции. В случае отказа оборудования хотя бы на одной из позиций, происходит сбой такта всего потока. Кроме того, даже при условии надёжной работы технологического оборудования, в случае поступления вагона с повышенным объёмом работ может произойти сбой технологического такта на позиции, т. е. продолжительность простоя вагона на позиции превысит расчётную величину. Исходя из того, что трудоёмкости ремонта вагонов сильно отличаются между собой, организовать надёжный поток при таких условиях не представляется возможным. Поэтому надёжность таких поточных линий невелика.

Существенно повысить надёжность потока можно за счёт перехода к многофазной многоканальной системе массового обслуживания. Здесь можно даже говорить о сети массового обслуживания. Реализация такой системы на практике может быть осуществлена за счёт применения специальных архитектурно-технологических компоновок зданий, позволяющих перемещать вагоны между технологическими модулями в индивидуальном порядке, используя гибкую систему транспортировки, на-

пример, при помощи трансбордерных тележек. При этом перемещение вагонов должно осуществляться в режиме свободного такта. Каждый вагон будет находиться на позиции ровно столько времени, сколько понадобится для его ремонта. При свободном такте перемещения вагонов между модулями при гибком потоке совершенно исключается возможность отказа потока из-за сбоя технологического такта, как это имеет место при регламентированном такте на «жестких» поточных линиях.

Под отказом технологического модуля будем понимать отказ любого оборудования, находящегося в этом модуле. В случае же отказа одного модуля, вагон поступает на другой модуль, находящийся на этой же позиции. Число модулей определяется при моделировании потока.

Таким образом, асинхронные гибкие потоки ремонта вагонов являются наиболее надежной формой организации поточно-механизированного производства и обязательно должны использоваться при новом строительстве вагоноремонтных предприятий.

УДК 629.4.016

## ВЛИЯНИЕ РЕЖИМА ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЯГОВОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА НА ЕГО ЭКОЛОГИЧЕСКУЮ БЕЗОПАСНОСТЬ

*В. М. ОВЧИННИКОВ, В. А. ХАЛИМАНЧИК, К. А. СКЛЯРОВА*  
*Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель*

Удельный выброс  $j$ -го вредного вещества в атмосферу  $\varphi_j$ , г/кг израсходованного топлива, зависит от токсической характеристики дизеля и режима его эксплуатации. В соответствии с ТКП 17.08-12-2008 при экспериментальном уточнении выброса загрязняющих веществ определяют гистограмму распределения длительности работы двигателя и коэффициенты эмиссии вредных веществ  $\varphi_j$  по позициям контроллера машиниста. Тогда валовой выброс  $j$ -го вещества  $P_j$ , т/год,

$$P_j = \frac{\sum_{i=1}^m (\varphi_{ji} b_i \Omega_i)}{\sum_{i=1}^m b_i \Omega_i} B \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где  $m$  – количество инструментально контролируемых режимов эксплуатации ТПС;  $\varphi_{ji}$  – удельный выброс  $j$ -го загрязняющего вещества на  $i$ -м диапазоне нагрузки, г/кг;  $b_i$  – расход топлива на  $i$ -м диапазоне нагрузки, г/с;  $\Omega_i$  – доля времени эксплуатации ТПС на  $i$ -м диапазоне нагрузки, %;  $B$  – расход топлива ТПС за отчетный период, т/год (т/месяц).

Очевидно, что с улучшением токсических характеристик двигателя или режима эксплуатации ТПС снижается размер экологического налога. Но для проведения экспериментального уточнения удельных выбросов могут быть израсходованы средства, несопоставимые с уменьшением экологических издержек. Поэтому важной задачей является установление степени влияния режима эксплуатации ТПС на удельный выброс вредного вещества в атмосферу  $\varphi_j$ .

Изменение режима эксплуатации можно оценить по изменению расхода топлива  $\Delta b$ , %:

$$\Delta b = \frac{1}{m} \sum_{i=1}^m (\Omega_{oi} - \Omega_{\varphi i}) \beta_i, \quad (2)$$

где  $\Omega_{oi}$  и  $\Omega_{\varphi i}$  – продолжительность работы двигателя на  $i$ -м диапазоне нагрузки соответственно в среднеотраслевом и фактическом режимах, %;  $\beta$  – коэффициент расхода топлива для  $i$ -го диапазона нагрузки.

Изменение экологического налога  $\Delta \mathcal{E}$  можно оценить по изменению удельного выброса загрязняющих веществ  $\varphi_j$  и изменению расхода топлива  $\Delta b$ :

$$\Delta \mathcal{E} = 0,01 \sum_{j=1}^k (\gamma_j \sum_{i=1}^m (\varphi_{ji} \Delta b_i)), \quad (3)$$

где  $k$  – количество нормируемых загрязняющих веществ;  $\gamma_j$  – коэффициент токсичности  $j$ -го вещества по отношению к четвертому классу опасности;  $\Delta b_i$  – изменение расхода топлива на  $i$ -м диапазоне нагрузки, г/с.