

риодически применяются на практике. Актуальность применения методов конверсии и реновации при обновлении флота объясняется значительной экономией финансовых ресурсов, т.к. строительство нового судна оказывается значительно дороже, чем его сборка из частей отработавшего свой ресурс флота.

У применения указанных способов обновления флота есть и недостатки. Основным из них для предметной области данного исследования является ухудшение параметров безопасности плавания модернизируемых судов, что в условиях широкого их применения может повлиять и на систему обеспечения безопасности судоходства.

При этом необходимо отметить, что применение указанных способов не решает проблему обновления флота, а смещает ее решение на более благоприятный период. Именно по этой причине при разработке задач развития внутреннего водного транспорта Республики Беларусь необходимо выполнить комплексную оценку эффективности применения указанных способов обновления флота с разработкой аналога «дорожной карты» с обоснованием периодичности реализации каждого конкретного шага.

УДК 629.421.8

ПРИМЕНЕНИЕ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТЯГИ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ МАНЕВРОВОЙ РАБОТЫ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

М. И. КАПИЦА

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

Одной из основных проблем современного железнодорожного транспорта при выполнении маневровой, маневрово-вывозной, хозяйственной и других видов работы является применение тепловоза как **маневровой машины**. Данное обстоятельство находит негативное отражение на финансовом результате работы предприятия.

При стоимости дизельного топлива (80-е годы XX в.) 0,05 € (евро) за 1 кг, при хорошем техническом состоянии дизелей, хорошо оснащенной и налаженной системе технического обслуживания и текущих (капитальных) ремонтов вопрос о снижении расхода топлива тепловозами в эксплуатации не поднимался. И только тогда, когда стоимость дизельного топлива начала стремительно подниматься (90-е годы XX в.) и на текущий момент составляет около 1,0 € за 1 кг, когда техническое состояние дизелей резко ухудшилось, когда ремонтная база практически исчерпала себя, вопрос о снижении расхода топлива тепловозами в эксплуатации стал актуальным.

А если учесть и тот факт, что тепловоз как **маневровая** машина имеет КПД в пределах 8–10 % из-за неустановившихся переходных процессов дизеля, большой долей времени работы в режиме холостого хода и работы на 1–3 позициях, учитывая и экологический фактор, то применение его в дальнейшем – под большим вопросом.

Но самым интересным является тот факт, что большинство стран Европы, которые не входили в состав СЭВ, не использовали тепловоз как **маневровую** машину, а работали (работают) на паровозах или на пароаккумуляторных локомотивах.

Проведенный обзор научных публикаций, посвященных вопросу снижения расхода топлива тепловозами в эксплуатации, дает право утверждать, что технико-технологический путь решения этого вопроса исчерпал себя, и необходимо применять альтернативные виды тяги, особенно в **маневровой** работе. Немаловажную роль играет и социально-экономическая составляющая в потерях топлива (несанкционированный отбор дизтоплива локомотивными и ремонтными бригадами). Поэтому на предприятиях, где есть технологический пар, который используется в производственном процессе (химическая и нефтеперерабатывающая промышленность, металлургия и т.д.), целесообразно применять пароаккумуляторные локомотивы.

На предприятиях, где выполняется большой объем маневровой работы и отсутствует пар, целесообразно применение пароаккумуляторных локомотивов. В этом случае есть смысл в применении транспортно-энергетического узла (ТЭУ).

Учитывая вышеизложенное, конструкторской группой компании «Газгенераторбау» при научно-техническом сопровождении разработок сотрудниками кафедры «Локомотивы» Днепропетровского национального университета железнодорожного транспорта предложено решение, которое позволяет не только принципиально уменьшить энергетические и ремонтные затраты на тепловозную тягу, но и вывести работу предприятия в экономически привлекательную плоскость.

Как показали предварительные расчеты, для одной железнодорожной станции применение ТЭУ позволяет в течение суток получить прибыль в размере 12 000 €.

УДК 629.423.33

КОНЕЧНОЭЛЕМЕНТНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ТОКОСЪЕМНИКА ЛОКОМОТИВА С КОНТАКТНЫМ ПРОВОДОМ

И. И. КАПЛЮК

Белорусский государственный университет транспорта, г. Гомель

Развитие электрификации на железной дороге, оставаясь приоритетным направлением, требует решения важных сопутствующих оптимизационных задач. Безаварийная эксплуатация, а также экономичность токосъема напрямую зависят от работоспособности контактирующих элементов: контактного провода и токосъемного элемента. В связи с тенденциями к повышению скорости движения и увеличению мощности поездов возникает необходимость оптимизации конструкции токосъемников электроподвижного состава. Целью представленной работы стала разработка конечно-элементных моделей, позволяющих анализировать контактное взаимодействие токосъемника с контактным проводом с учетом тепловых явлений в зоне контакта.

В качестве инструмента компьютерного моделирования использована САЕ-система ANSYS. Разработана конечно-элементная модель, позволяющая описать скольжение угольной вставки по проводу. При построении модели радиус провода принят равным 0,65 см, а длина его участка равна 10 см. Модель угольной вставки с подкладкой представляла собой два прямоугольных параллелепипеда размерами $10 \times 0,7 \times 3$ и $10 \times 0,2 \times 3$ см. Свойства элементов модели приняты следующими: провод из меди, модуль Юнга $E_1 = 10^{11}$ Па, коэффициент Пуассона $\nu_1 = 0,32$; угольная вставка с модулем Юнга $E_2 = 10^{10}$ Па, $\nu_1 = 0,24$; материал подкладки имел модуль Юнга $E_3 = 2 \cdot 10^{11}$ Па, $\nu_1 = 0,2$. Также создана контактная пара, которая включает в себя целевую поверхность – нижнюю часть провода и контактную поверхность – угольную вставку. При создании сетки конечных элементов использованы такие элементы, как SOLID186, TARGE170, CONTA174. К крайним точкам провода приложена продольная сила 500 Н (она равна половине силе натяжения провода), кроме того, к крайним ключевым точкам провода приложены вертикальные силы 35 Н. В качестве кинематических граничных условий использовали запрет перемещения нижней грани подкладки, а также отсутствие перемещений удаленного сечения провода по направлению вдоль оси провода. Для получения требуемой точности расчетов область контакта потребовалось промоделировать мелкими конечными элементами, что вело к очень большой длительности расчетов. Наличие большого числа элементов модели и плохая сходимость решения контактной задачи привели к тому, что длительность одноразового расчета на ЭВМ с объемом оперативной памяти 4 Гб и индексом производительности 5,4 составила около 35 часов. В результате вычислений получены распределения напряжений и деформаций в проводе и накладке. Выявлено, что наибольшие эквивалентные напряжения наблюдаются в проводе и составляют около 100 МПа. В то же время максимальные напряжения в накладке наблюдаются в ее угловых ребрах и составляют 62 МПа. Таким образом, при наличии незакругленных ребер возможно выкрашивание графита.

На второй стадии моделирования рассмотрена конечноэлементная модель контактирующих элементов с учетом теплопередачи. Изменен тип элементов на SOLID278, который в отличие от элемента SOLID186 позволяет учитывать температурные деформации. Контактному проводу и угольной вставке присвоены следующие температурные характеристики: коэффициент теплового расширения – $16,7 \cdot 10^{-6}$ и $7,9 \cdot 10^{-6}$ $1/^\circ\text{C}$, коэффициент теплопроводности – 380 и 150 Вт/м \cdot °C, коэффициент удельной теплоемкости – 383 и 708 Дж/кг \cdot °C соответственно. В ре-