

Принципы модульности в проектировании современных автономных локомотивов

В. Н. БАЛАБИН, докт. техн. наук, профессор, действительный член Академии международного транспорта МИИТ

Ф. ВИНКЛЕР, дипломированный инженер, куратор проектов и продаж локомотивных двигателей «Катерпиллар» в странах Европы и Азии



Предлагается концепция создания высокотехнологичных локомотивов, основное и вспомогательное оборудование которых создано с применением быстросъемных секций с унифицированными модулями. Проектирование локомотивов модульного исполнения позволит значительно увеличить их производительность, уменьшит затраты на эксплуатацию, обслуживание и ремонт, значительно сократит количество обслуживающего персонала на ремонте локомотивов.

Современный локомотив в сегодняшнем понимании — это высокотехнологичная машина, обеспечивающая комплекс сложных эксплуатационных параметров.

В 2011 г. в России был продемонстрирован экземпляр автономного локомотива ТЭМ ТМХ 001 (рис. 1), на котором в расположении основного оборудования были применены принципы модульности. Именно этот вариант локомотива позволит в дальнейшем реализовать многие концептуальные технические решения.

Современный автономный локомотив оснащается уникальным оборудованием: энергетической установкой, электрической передачей мощности, надежной эффективной экипажной частью, вспомогательным оборудованием. На локомотивах четвертого по-

коления широко используются микропроцессорные технологии управления и диагностики.

Предлагается новая концепция быстро- и взаимозаменяемых оперативных модулей основного и вспомогательного оборудования локомотивов, имеющих общую базу. Модульная конструкция — это нестационарные быстросъемные секции, содержащие каркасы, внутри которых находится оборудование одного назначения. Таким образом, появляется возможность собрать локомотив определенного назначения из отдельных базисных секций, в каждом случае создавая индивидуальную конструкцию. Стандартные блоки собираются на одной раме, из них формируются секции для выполнения одной группы обслуживающих операций. На начальном этапе перехода к модулям

используется традиционный способ резьбовых соединений. На более высоком уровне внутреннее оборудование модуля будет стыковаться с базисным основанием быстроразъемными соединениями.

Модульная конструкция локомотива позволяет:

- увеличить производительность локомотива в эксплуатации на различных режимах;
- уменьшить затраты на производство новых локомотивов, а также на техническое обслуживание и ремонт в условиях депо и на локомотиворемонтных предприятиях;
- унифицировать модули для различных типов локомотивов;
- повысить надежность, ремонтнопригодность оборудования, продлить срок его службы;
- значительно сократить количество обслуживающего персонала;
- снизить влияние человеческого фактора при монтаже и проверке модулей;
- внедрить современные прогрессивные методы диагностики оборудования отдельных модулей;
- сократить цикл обслуживания и ремонта, обеспечив возможность замены любого модуля в течение нескольких минут на пунктах технического обслуживания локомотивов;
- обеспечить простоту и оперативность транспортировки модулей между локомотивом и ремонтным отделением депо;
- обеспечить удобство и простоту сборки и монтажа модулей;
- придать эстетический и эргономический вид машинному отделению, убрать выступающие части, трубопроводы и детали механизмов;
- внедрить новые концепции манипуляторов для выполнения основных операций съема и установки модулей в секциях, обеспечив возможность использования безлюдных



Рис. 1. Общий вид автономного локомотива ТЭМ ТМХ 001

технологий на основных ремонтных операциях;

- гарантировать максимальную оперативную готовность локомотивов для эксплуатации;
- создать универсальные конструкторско-технологические решения модулей для различных типов локомотивов в зависимости от потребности заказчика;
- применить полностью дистанционное управление локомотивом.

Такие локомотивы будут отличаться высокой надежностью, технологичностью, унифицированностью, обладать необходимым потенциалом для дальнейшего совершенствования. Кроме того, модульная конструкция позволяет менять конфигурацию и связи внутри секций в зависимости от региональных и климатических требований, а также особенностей эксплуатационной работы

Главный силовой модуль перспективных автономных локомотивов выполнен в виде контейнера, устанавливаемого на раму локомотива (рис. 2).

Все основное и вспомогательное оборудование силового модуля сосредоточено в одном месте. Одновременно компонуются другие модули холодильной и высоковольтной камеры, кабины машиниста, мотор-компрессора.

Однако такое направление развития модульного принципа целесообразно только для локомотивов маневрового класса средней мощности и капотного типа. Традиционно в России магистральные локомотивы проектируют с кузовом вагонного типа, что требует другого подхода к модульности основного и вспомогательного оборудования.

В целом идея агрегирования предусматривает интеграцию вспомогательных систем энергетической установки непосредственно в локомотив, при этом некоторые вспомогательные функции передаются с дизеля на тепловоз. Например, это позволит исключить зависимость производительности насосов системы охлаждения и смазки от частоты вращения коленчатого вала. Тем самым будет обеспечено оптимальное регулирование температуры теплоносителей на любых нагрузочных и скоростных режимах работы двигателя.

Предлагаем создать элементную базу на основе простых однофункциональных модулей, оптимальных по массе, размерам и другим техническим характеристикам. Прежде всего можно выделить модули, соответствующие системам обеспечения силовой установки локомотива: топливной,

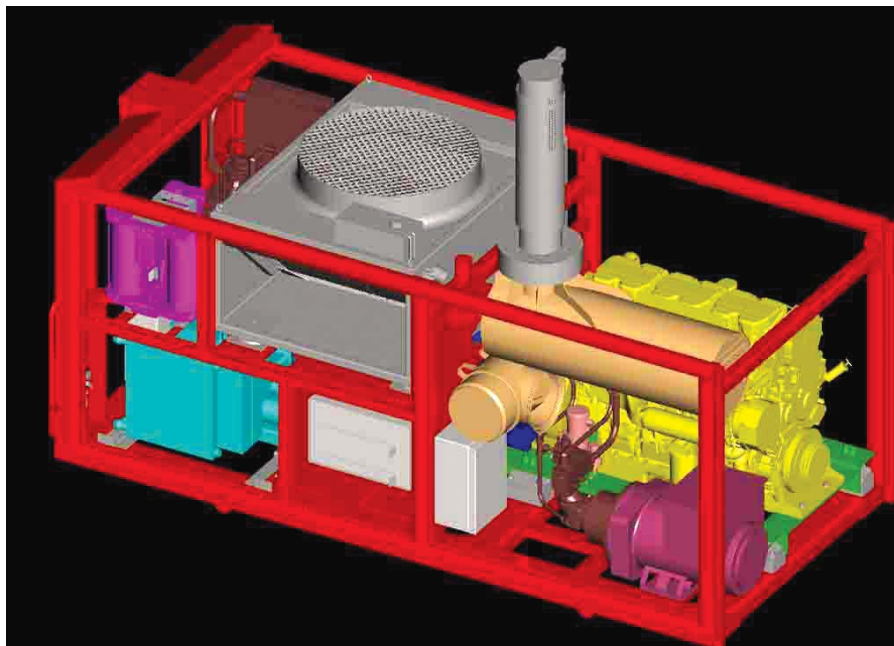


Рис. 2. Схема силового модуля перспективного локомотива

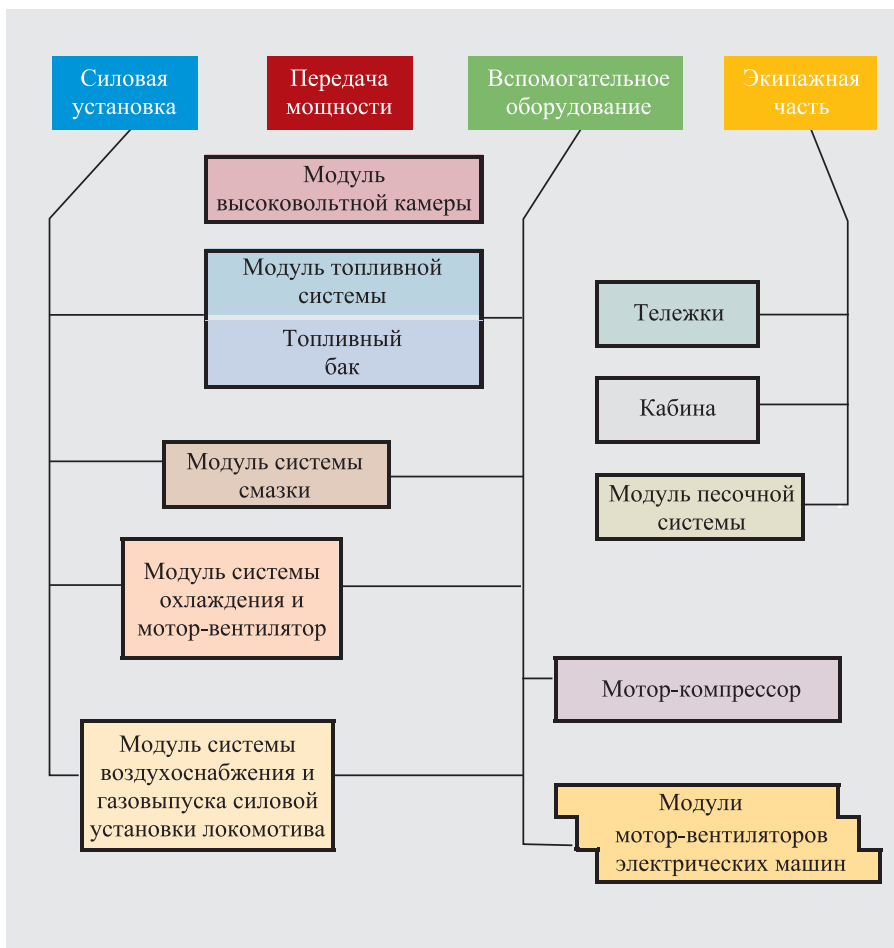


Рис. 3. Блок-схема модулей перспективного автономного локомотива

смазки, охлаждения, воздухоподготовки и газовыпуска (рис. 3).

Отдельно в кузове установлены модули мотор-компрессора, мотор-вентиляторов и песочной системы. Самыми существенными на автономном локомотиве считаются модули дизель-генератора, высоковольтной камеры, кабины и системы охлаждения.

Модуль должен иметь рациональную компоновку оборудования, обеспечивающую малые габариты, удобство сборки, регулировки, замены узлов и сборочных единиц при ремонте. Основной принцип создания модуля заключается в том, что ядром модуля является наиболее крупный агрегат или узел. Например, модуль топливной сис-

темы выполнен на базе топливного бака, системы смазки — фильтра грубой очистки и водомасляного теплообменника, системы охлаждения — шахты холодильной камеры. В секцию может входить несколько модулей одного назначения.

Модули связаны между собой стандартными и специализированными моносоединителями, мультисоединительными платами, устройствами и системами быстрой автоматизированной замены модулей.

На ремонтные или обслуживающие позиции, к месту монтажа модули доставляются полностью готовыми, после диагностики, ремонта, контроля и отладки. На завершающем этапе установки модуля автоматически подключаются все быстроразъемные соединения различного назначения для жидкостей, газов и электроцепей. Процесс сборки модулей в секции полностью механизирован и занимает минимальное время. Установка, сборка, монтаж и окончательная диагностика модулей в системе локомотива контролируются алгоритмом данного вида ремонта.

В настоящее время наиболее известно применение унифицированной модульной кабины на грузовых и пассажирских локомотивах. Как показала

практика, использование модульных кабин расширяет возможности контроля качества за счет разделения процессов сборки локомотива и монтажа кабин, позволяет сократить общее время нахождения локомотива на сборочной позиции.

Согласно этой концепции пункты технического обслуживания и ремонта в корне изменятся и будут выполнять новые функции: анализ результатов бортовой и стационарной диагностики и оперативную замену модулей. Причем в сетевом графике ремонта при замене модулей вместо операций слияния должны применяться параллельные операции, одновременно выполняемые манипуляторами.

При конструировании модулей совокупность содержащихся в нем элементов должна обеспечивать механическую прочность и защиту от дестабилизирующих динамических воздействий. При проектировании особое внимание необходимо уделить воздействию ударов, которые могут повредить элементы фиксации модуля на базовой раме. Надо помнить, что при вибрации ухудшается качество всех видов механических соединений, разбалтываются резьбовые соединения, разрушаются сварочные, зачастую происходит об-

рыв проводов и элементов, закрепленных на клеммах и выводах. Требуется учитывать возможность смещения с фиксированных мест или даже срыва модуля с креплений с последующим разрывом штуцерных быстросъемных соединений трубопроводов и клеммных коробок.

Все модули соединяются между собой только силовыми кабелями, а с центральным микропроцессором — по шине управления. Каждый блок имеет собственную систему самодиагностики, позволяющую оперативно отыскивать неисправности и устранять их. Это облегчает ремонт локомотивов и намного снижает стоимость их жизненного цикла.

Кроме того, унифицированные платформы для локомотивов имеют отдельные экипажные части, которые позволяют в одни и те же кузова монтировать как тепловозное, так и электровозное оборудование.

Придерживаясь принципов унификации, ведущие отечественные локомотивные заводы уже разработали несколько базовых платформ тягового подвижного состава. На их основе без внесения радикальных изменений в конструкцию можно изготовить новые виды локомотивов.

При поддержке:



exporail.ru

Организатор:

РЕСТЭК-БРУКС

Тел.: (812) 320-80-94
E-mail: exporail@restec.ru
www.exporail.ru

VI Международная выставка современной продукции,
новых технологий и услуг железнодорожного транспорта

exporail2012

7 - 9 ноября

ЦВК "ЭКСПОЦЕНТР", Москва

В деловой программе выставки состоится Дискуссионный клуб

www.exporail.ru

Генеральный
информационный партнер:

