

Семейства ЛОКОМОТИВОВ компании Siemens

В отрасли по производству подвижного состава в последнее время широко используется опыт автомобилестроительной промышленности, где на основе относительно небольшого числа конструктивных платформ выпускаются автомобили многих марок. Глобализация и приватизация, охватившие железнодорожный транспорт, оказали сильное воздействие на политику компаний-операторов в сфере приобретения подвижного состава. Локомотивы и вагоны должны быть по возможности унифицированы, стандартизированы, обладать технико-эксплуатационной совместимостью и приспособляемостью к меняющимся условиям перевозочной деятельности.

Концепция конструктивных платформ

Новые потребности заказчиков и требования, обусловленные действующими стандартами, не оставляют компаниям — изготовителям подвижного состава иного выбора, кроме применения на практике принципов унификации, модульности и стандартизации. При этом все более важной становится возможность переоснащения подвижного состава различным новым оборудованием, которое может понадобиться в течение срока службы, измеряемого десятками лет, поскольку за это время условия эксплуатации и предъявляемые к подвижному составу требования могут, естественно, изменяться.

Когда государственная железная дорога или частная компания-оператор сегодня приобретает локомотив для вождения поездов на определенном полигоне линий и маршрутов, она должна быть уверена в том, что в случае надобности этот локомотив может быть использован и на другом полигоне. Ситуация осложняется тем, что для обеспече-

ния технико-эксплуатационной совместимости локомотива с инфраструктурой того или иного полигона необходимо иметь в виду многообразие применяемых на железных дорогах разных стран, а зачастую и внутри одной страны систем тягового электроснабжения, сигнализации, связи и т. п., а также правил, инструкций и другой руководящей документации.

Поэтому в настоящее время проектирование локомотивов начинается с разработки концептуальных конструктивных платформ, которые могли бы служить в качестве основы для создания тяговых средств, рассчитанных на разные условия эксплуатации.

Компания Siemens разработала три такие платформы.

Платформа Europrinter

Базовая модель

До 1980-х годов государственные железные дороги разных европейских стран выполняли проектно-конструкторские работы по локомотивам собственными сила-

ми и выдавали компаниям-изготовителям заказы, в которых технические характеристики и конструктивные особенности локомотивов были указаны вплоть до малейших деталей.

В настоящее же время именно компания-изготовитель разрабатывает и предлагает потребителям локомотивы, которые, по расчетам этих компаний, способны удовлетворить потребности многих заказчиков на мировом рынке, причем по приемлемой цене.

Одним из первых результатов указанной концепции в начале 1990-х годов стало семейство электровозов Interoperable Europrinter.

Прототипом этих локомотивов был электровоз 127.001, построенный компаниями Siemens и Krauss-Maffei (в 2001 г. вошла в состав Siemens) за свой счет в 1992 г. и по конструкции сходный с электровозами серии 252, поставлявшаяся компанией Siemens железным дорогам Испании начиная с 1991 г. В Испанию было поставлено в общей сложности 75 электровозов серии 252. Эти двухсистемные (3 кВ постоянного и 25 кВ, 50 Гц переменного тока) локомотивы строились в расчете на обращение на линиях как широкой (1668 мм), так и нормальной (1435 мм) колеи, имели мощность 5600 кВт и конструкционную скорость 220 км/ч. Еще 30 подобных локомотивов, но в односистемном (25 кВ, 50 Гц переменного тока) исполнении были поставлены железным дорогам Португалии, где они эксплуатируются под серийным обозначением LE 5600. На боковых стенках электровоза 127.001 впервые появилась надпись Europrinter, и это название так и закрепилось в качестве «семейного», распространившись, помимо Германии, и в других странах. Впоследствии он был перекрашен в цвета нового владельца (лизинговой компании Dispolok) и получил другой номер в соответствии с принятой для локомотивов этого се-

мейства системой серийных обозначений (рис. 1).

Основные параметры электровозов Europrinter, характерные для всех представителей семейства, следующие: число колесных пар — 4, длина — 19,6 м, масса — 86–87 т, сила тяги при трогании — 300 кН, максимальная эксплуатационная скорость — 140 или 230 км/ч.

Электровозы семейства Europrinter имеют цельнонесущий кузов, опирающийся на тележки посредством торсионов и резинометаллических пружин в первой ступени

скорости электровоза в эксплуатации. Все электровозы семейства оснащаются дисковыми тормозами. В кузове кабины управления соединены центральным проходом, по сторонам которого расположены силовые преобразователи, вентиляционные установки и другое оборудование. Главный трансформатор с масляным охлаждением подвешен под кузовом.

В качестве тяговых на электровозах Europrinter применены трехфазные четырехполюсные короткозамкнутые асинхронные дви-

ES (Europrinter), затем две цифры, соответствующие максимальной мощности локомотива в сотнях киловатт (например, 64, т. е. 6400 кВт), затем буква P, F, U или B, соответствующая особенностям локомотива (P — прототип, F — грузовой, U — универсальный, B — предназначенный для линий широкой колеи), и, наконец, цифра 2 или 4, соответствующая двух- или четырехсистемному варианту исполнения.

Электровозы типов ES F4 и ES U4

Благодаря своей четырехсистемности электровозы типов ES 64 F4 и ES 64 U4 способны обращаться на линиях железных дорог Европы, электрифицированных по разным системам тягового электроснабжения. По мере нарастания выпуска компанией-изготовителем они распространились на железных дорогах многих стран, еще в нескольких странах продолжается процесс их сертификации. Аппаратура систем сигнализации и обеспечения безопасности движения поездов, принятых в разных странах, устанавливается на электровозы в индивидуальном порядке, но возможна также установка «пакетов» такой аппаратуры, если электровозы предназначены для обслуживания международных сообщений.

Электровоз типа ES 64 F4 — грузовой, его максимальная эксплуатационная скорость равна 140 км/ч. Он рассчитан на применение во внутренних и международных перевозках. За счет того, что эти электровозы являются самыми мощными четырехосными локомотивами в Европе, они могут водить грузовые поезда массой до 700 т на подъемах крутизной до 28%. По желанию заказчика на них можно сразу монтировать аппаратуру европейской системы управления движением поездов ETCS. Именно электровозы типа ES 64 F4 стали первы-



Рис. 1. Первый электровоз семейства Europrinter в новом облике

пени рессорного подвешивания и посредством поперечных торсионных, обеспечивающих позиционирование в горизонтальной плоскости, и гасителей колебаний — во второй ступени. Силы тяги и торможения между тележками и кузовом передаются через шкворни. Такая конфигурация экипажной части обеспечивает равенство ходовых характеристик при движении в обоих направлениях. Под электровозы можно подкатывать тележки с отличающимися характеристиками, выбор зависит от максималь-

гатели. Передача крутящего момента осуществляется через редукторы с разным (в зависимости от расчетной максимальной скорости) передаточным отношением. Предусмотрена возможность рекуперативного торможения, однако максимальное тормозное усилие электрического тормоза, составляющее 300 кН, в условиях обычной эксплуатации, как правило, ограничено 150 кН.

Электровозы семейства Europrinter обозначаются следующим образом. Вначале ставятся буквы

ми, принятыми к эксплуатации на недавно открытой линии Betuwe в Нидерландах.

Электропоезд типа ES 64 U4 — универсальный и предназначен для вождения ускоренных грузовых и скоростных пассажирских поездов. Поскольку он обладает максимальной эксплуатационной скоростью 230 км/ч, ведомые им поезда можно пропускать и по высокоскоростным линиям, не создавая особых помех движению высокоскоростных электропоездов. Ввиду своей «скоростной» специфики электропоезды ES 64 U4 отличаются от родственных электропоездов ES 64 F4 более обтекаемыми очертаниями, принятыми в целях улучшения аэродинамических характеристик. Оснащение электропоездов данного типа необходимым оборудованием и аппаратурой тоже можно осуществлять как в индивидуальном, так и в «пакетном» порядке.

Именно электропоезд типа ES 64 U4 установил 2 сентября 2006 г. на новой высокоскоростной линии Ингольштадт — Нюрнберг (Германия) мировой рекорд скорости для поездов на локомотивной тяге, равный 357 км/ч (рис. 2).

Следует отметить, что в разных странах электропоездам двух указанных типов присваиваются разные серийные обозначения. Так, электропоезды типа ES 64 F4 на железных дорогах Германии эксплуатируются под обозначением 189, на железных дорогах Швейцарии — под обозначением 474. Электропоезды ES 64 U4 на железных дорогах Германии эксплуатируются под обозначениями 182 и 183, на железных дорогах Словении — под обозначением 541, на железных дорогах Италии — под обозначением E 190 и т. д. На железных дорогах Австрии эти электропоезды получили типовое название Taucus и эксплуатируются под обозначениями 1016 (односистемный вариант исполнения), 1116 (двухсистемный) и 1216 (четырёхсистемный вариант).

Электропоезды типа ES 64 X4

Эти универсальные многосистемные локомотивы принадлежат к самому последнему поколению электропоездов семейства Europrinter. В их конструкции и оснащении использовано все лучшее, что с положительной стороны зарекомендовало себя в родственных электропоездах типов ES 64 F4 и ES 64 U4.

Электропоезды типа ES 64 X4 имеют максимальную эксплуатационную скорость 230 км/ч и могут

Первые электропоезды типа ES 64 X4 были поставлены компанией Siemens железным дорогам Португалии, где им присвоено серийное обозначение LE 4700 (мощность этих электропоездов равна 4700 кВт), и Бельгии, где они эксплуатируются под серийным обозначением HLE 18 (мощность 6000 кВт; рис. 3).

Платформа Eurorunner

Локомотивы семейства Eurorunner — это четырех- и шестиосные тепловозы с электрической пе-



Рис. 2. Электропоезд типа ES 64 U4, установивший рекорд скорости на рельсах

строиться в расчете на номинальную мощность от 4600 до 6400 кВт. Их основным отличием являются по-иному выполненные лобовые части, конструкция которых удовлетворяет последним требованиям в отношении сопротивляемости разрушению при столкновении. В частности, предусмотрена простая замена всей поврежденной лобовой части, благодаря чему локомотив, основная конструкция которого осталась неповрежденной, можно быстрее отремонтировать и вновь ввести в эксплуатацию.

редачей, разработанные на основе модульной концепции, в соответствии с которой путем использования максимального числа унифицированных узлов и агрегатов можно удовлетворять специфические требования заказчиков. Как известно, главными такими требованиями в настоящее время являются малое потребление топлива, низкие затраты жизненного цикла и «дружелюбность» к окружающей среде с точки зрения излучения шума и содержания вредных веществ в выхлопных газах.



Рис. 3. Электровоз серии HLE 18 (ES 64 X4; фото: Siemens)

Отличительной особенностью этих локомотивов (как, впрочем, и всех тепловозов) является независимость от наличия контактной сети, что намного расширяет полигон их эксплуатации, в том числе в межрегиональных и международных сообщениях.

Тепловозы типа ER 20

Четырехосные тепловозы типа Eurorunner 20 (ER 20), имеющие длину 19,275 м, массу 80 т и максимальную эксплуатационную скорость 140 км/ч, оснащаются 16-цилиндровыми дизельными двигателями типа 16V 4000 R41 компании MTU Friedrichshafen (Германия) мощностью 2000 кВт в специальном «железнодорожном» варианте исполнения Common Rail System, снабженными турбонагнетателями.

Дизель соединен с генератором трехфазного переменного тока, который через выпрямители, промежуточное звено постоянного тока и инверторы питает параллельно соединенные асинхронные тяговые двигатели, смонтированные на колесных парах. В электрической системе тепловоза предусмотрена воз-

можность электродинамического торможения.

Мощность тепловоза на тягу составляет 1750 кВт при вождении грузовых и 1600 кВт при вождении пассажирских поездов (в таком случае часть мощности выделяется на электропитание бортовых систем вагонов поезда, например системы отопления). В грузовом варианте на тепловозе устанавливаются два топливных бака емкостью 2500 и 1500 л, в пассажирском варианте малый топливный бак заменяется модулем электрооборудования для электропитания вагонов. Кроме того, в пассажирском варианте по желанию заказчика тепловозы можно оснащать дополнительной аппаратурой для вождения поездов в челночном режиме и для управления вторым таким же локомотивом поезда по системе многих единиц.

Электрическая цепь запуска дизельного двигателя отличается применением в ней суперконденсаторов, служащих для накопления энергии электродинамического торможения и отдачи ее электродвигателю-стартеру. Емкости конденсаторов достаточно для двух-трех запусков дизеля без ис-

пользования аккумуляторной батареи. Последняя в обычном режиме работы выполняет функции питания бортовых потребителей энергии при неработающем дизеле, а также подзаряда конденсаторов с контролируемым темпом. Применение батареи для запуска дизеля позволяет уменьшить ее требуемую емкость и массогабаритные параметры, что, в свою очередь, сокращает затраты на техническое обслуживание и утилизацию по истечении срока службы за счет меньшего объема не утилизируемых отходов.

Относительно оснащения тепловозов аппаратурой сигнализации и связи все зависит от того, для какой страны и какого полигона обращения предназначены локомотивы, строящиеся по конкретному заказу.

Первыми представителями семейства Eurorunner стали тепловозы железных дорог Австрии, получившие серийное обозначение 2016. Однако основными заказчиками этих локомотивов являются частные компании-операторы разных стран — Германии (такие, например, региональные железнодорожные компании, как Eisenbahn-Bau- und Betriebsgesellschaft Pressnitztalbahn в Саксонии, Eisenbahnen und Verkehrsbetriebe Elbe-Weser в Нижней Саксонии, Westfälische Landeseisenbahn в Вестфалии, рис. 4, и др.), Австрии (Steiermärkische Landesbahnen в Штирии), Китая (Kowloon-Canton Railway Corporation в Гонконге) и т. д., а также компании, занимающиеся лизингом подвижного состава, например Dispolok, предоставляющая тепловозы ER 20 частным операторам железных дорог Чехии и Словакии. Все эти операторы эксплуатируют тепловозы под разными серийными обозначениями.

Тепловозы типа ER 20 CF

Шестиосные тепловозы типа ER 20 CF являются дальнейшим развитием тепловозов предыдущего типа.

За счет использования модульной концепции они оснащены в основном тем же оборудованием, что и тепловозы ER 20, но предназначены прежде всего для вождения тяжелых грузовых поездов, хотя предусмотрена возможность их универсального применения (для этого на тепловозы можно устанавливать дизели мощностью до 3500 кВт, делая их таким образом одними из самых мощных тепловозов в Европе). Длина тепловоза типа ER 20 CF равна 22,85 м, масса — 138 т, сила тяги при трогании — 450 кН, максимальная эксплуатационная скорость — 160 км/ч.

Первые такие локомотивы компания Siemens поставила железным дорогам Литвы (LG), для чего, в частности, понадобилось переработать конструкцию тележек исходя из того, что линии LG имеют широкую (1520 мм) колею, а также усилить теплоизоляцию исходя из климатических условий полигона эксплуатации. Изначально эти тепловозы предназначались для грузовой работы на тяговых плечах большой длины, в связи с чем емкость их топливных баков увеличена до 7000 л, а максимальная эксплуатационная скорость ограничена 120 км/ч. Тяговые характеристики позволяют двум таким локомотивам водить поезда массой до 7000 т, в то время как масса поездов, ведомых двумя более старыми тепловозами LG, не превышает 4000 т.

Лобовые части тепловозов типа ER 20 CF усилены ввиду более жестких требований по прочности.

Топливо-экономические и экологические характеристики этих локомотивов аналогичны характеристикам других тепловозов семейства Eurogunner.

Компания Siemens в настоящее время разрабатывает вариант тепловоза типа ER 20 CF для вождения пассажирских поездов, сформированных из большого числа вагонов; такие тепловозы будут выпускаться под типовым названием ER 30.

Платформа Asiarunner

Компания Siemens в октябре 2006 г. получила от железных дорог Вьетнама заказ на партию тепловозов с электрической передачей. Руководство компании решило разрабатывать эти тепловозы в рамках новой конструктивной платформы с намерением использовать ее в дальнейшем для освоения рынка локомотивов в странах Юго-Восточной Азии и Африки. Этой платформе присвоено название Asiarunner.

Тепловозы семейства Asiarunner (типовое обозначение AR 15 VR, где AR означает Asiarunner, 15 — мощность дизельного двигателя в сотнях киловатт, VR — первый заказчик, т. е. Vietnam Railways) создаются для железных дорог, линии которых имеют узкую (1000 или 1067 мм) колею и рассчитаны на низкие осевые нагрузки. Исходя из последнего условия они строятся шестиосными. Учтена также необходимость расположения центра масс как можно ближе к продольной оси локомотивов.

При проектировании тепловозов необходимо учитывать чрезвычайно разнообразие условий эксплуатации в разных странах указанных регионов. Помимо разной колеи и осевой нагрузки, там существуют разные габариты, действуют разные системы сигнализации и связи, разные тормозные системы, и все это весьма отличается от того, что стандартизировано МСЖД или Ассоциацией американских железных дорог. К тому же в странах Юго-Восточной Азии и Африки зачастую присутствуют экстремальные условия.

Несмотря на такие жесткие рамки, удалось создать конструктивную платформу, которую без отхода от концепций модульности и унификации и с максимальным использованием узлов и агрегатов тепловозов семейства Eurogunner можно адаптировать к большинству конкретных требований, имеющих место в той или иной стране.

Длина тепловоза семейства Asiarunner равна 19,2 м, ширина кузова — 2,7 м, высота над УГР — 3,945 м, максимальная осевая нагрузка — 16 т.



Рис. 4. Тепловоз типа ER 20 компании-оператора Westfälische Landeseisenbahn (фото: Siemens)



Рис. 5. Первый тепловоз серии D20E Asiaronner для железных дорог Вьетнама (фото: Siemens)

Тепловозы оснащаются 12-цилиндровыми дизельными двигателями типа 12V 4000 R41 компании MTU Friedrichshafen мощностью 1500 кВт (мощность на тягу — 1220 кВт), максимальная сила тяги при трогании — 320 кН, максимальная эксплуатационная скорость — 120 км/ч.

Кузова тепловозов могут быть вагонного или капотного типа, тележки — сварные из коробчатых элементов.

Во Вьетнаме тепловозы Asiaronner эксплуатируются под серийным обозначением D20E на главной магистрали страны Ханой — Дананг — Хошимин в пассажирском и грузовом движении (рис. 5).

В конструкции тепловозов семейства Asiaronner предусмотрена возможность выполнения специфических требований отдельных заказчиков. Это касается, в частности, установки сцепных устройств того или иного вида, сигнально-осветительных приборов и т. д. Например, в варианте исполнения для железных дорог Африки локомотивы можно оснащать четырьмя прожекторами. В сигнальных фонарях используются светодиодные лампы.

Природоохранные аспекты

В принципе, почти во всех развитых странах признано, что именно железнодорожный транспорт благодаря внедрению последних достижений научно-технического прогресса является оптимальным с точки зрения охраны окружающей среды. Увеличению значимости железных дорог в этом отношении способствуют все более ужесточающиеся нормативы по выделению транспортными средствами шума, пыли и загрязняющих веществ.

Так, тепловозы типа ER 20 представляют собой относительно «тихие» локомотивы, что особенно важно при проследовании районов с плотной жилой застройкой. Во время стоянки тепловоза с работающим дизелем настройка режима холостого хода снижает частоту вращения коленчатого вала до возможного минимума, при котором обеспечивается последующее трогание с места при оптимальной силе тяги.

Снижение расхода топлива достигается за счет того, что бортовые потребители энергии подключены к отдельному преобразователю, получающему питание от промежуточного звена силовой цепи.

Благодаря этому можно использовать энергию, вырабатываемую при электрическом торможении, для питания того или иного оборудования, избегая излишней траты топлива.

Один электровоз семейства Europrinter может, как отмечено выше, вести грузовой поезд массой 700 т по 28-тысячному подъему или поезд массой 1100 т по линии через перевал Тауэрн в Австрийских Альпах. При этом масса груза в поездах соответствует полной загрузке 28 или 44 автомобилей большой грузоподъемности соответственно. Простое сопоставление показывает, что при выработке электроэнергии для питания электровоза, ведущего поезд по маршруту длиной 270 км Инсбрук (Австрия) — Верона (Италия), выделяется 3,4 т углекислого газа, а необходимое для перевозки такого же количества груза по этому же маршруту число грузовых автомобилей выделяет 9,3 т углекислого газа, т. е. в 2,7 раза больше.

Новым достижением отмечен состоявшийся в мае 2006 г. экспериментальный рейс грузового поезда Halkali — Köln Express по маршруту длиной около 3000 км Стамбул (Турция) — Кёльн (Германия), проходящему по территории шести стран. Грузовому автомобилю для проследования по этому маршруту в типичном случае требуется 96 ч, или 4 сут. До последнего времени не было прямых поездов, способных преодолеть указанное расстояние за это время. Однако данный экспериментальный поезд, ведомый двумя электровозами типа ES 64 F4 (на преобладающей части маршрута) и одним тепловозом типа ER 20 (включавшимся при следовании по неэлектрифицированным участкам), был в пути всего 79 ч, или немногим более 3 сут. Несмотря на наличие в составе поезда тепловоза, который в нерабочем состоянии, т. е. большую часть времени, являлся своего рода балластом, углекислого газа во время рейса бы-

ло выделено в 2 раза меньше, чем если бы такое же количество груза по этому же маршруту перевозили грузовые автомобили.

Повышению энергетической эффективности электрической тяги способствует широкое применение рекуперативного торможения, при котором энергия, вырабатываемая одним электровозом, отдается в контактную сеть, откуда ее могут брать другие электровозы. Это позволяет экономить электроэнергию на тягу поездов.

Заключение

Использование концепций конструктивных платформ, модульности и унификации приносит выгоды как поставщикам, так и пользователям.

Компании Siemens нужно меньше времени и средств на разработ-

ку и освоение выпуска очередного локомотива, и поставка даже небольших партий становится более рентабельной. Потребители удовлетворены тем, что сокращается время выполнения их заказов, поскольку к постройке нужного подвижного состава можно приступить сразу после подписания контракта, так как в наличии уже имеются многие стандартизированные комплектующие изделия. Кроме того, от заказчиков теперь не требуется подробного описания нужных им изделий — им предлагается весьма широкий выбор по доступной цене, что особенно важно для небольших частных компаний-операторов. Простота переоснащения локомотивов, изготовленных на базе конструктивных платформ, в целях адаптации к разным условиям эксплуатации привлекательна для лизинговых компаний, так

как позволяет им быстрее адаптироваться к изменениям ситуации на рынке.

Наконец, в выигрыше оказываются и пассажиры. Больше нет необходимости в смене локомотивов на межгосударственных или межсистемных границах. Так, при следовании по маршруту Вена — Прага — Берлин ранее требовалось три раза менять электровозы, поскольку на одних только железных дорогах Чехии имеются две системы тягового электроснабжения, отличные от принятых на железных дорогах Австрии и Германии. Когда международные поезда по указанному маршруту водят многосистемные электровозы семейства Europrinter, длительность поездки можно сократить на 40–50 мин.

U. Fösel, J. Rappe. Railway Technical Review, 2009, № 3, p. 36–39.



**Журнал «Железные дороги мира»
и издательство «Интекст»**



ПОИСК И ОБОБЩЕНИЕ ИНФОРМАЦИИ

**о зарубежных рынках и инновациях
в области магистрального и промышленного
железнодорожного, а также городского рельсового транспорта**

**для компаний,
выходящих на внешний рынок,
заинтересованных в инновационных решениях,
ищущих поставщиков комплектующих.**

**Обзоры техники для железнодорожного
и городского рельсового транспорта**

Статистическая информация

**Подборки статей и других материалов
по железнодорожной тематике**

**Заинтересованные организации просим обращаться в редакцию журнала «Железные дороги мира»
по телефону (499) 317-55-65 и электронной почте zdm@css-rzd.ru**