

Дизель-поезда с механической передачей

На тепловозах и дизель-поездах наиболее распространенных в настоящее время серий применяется, как правило, электрическая или гидравлическая тяговая передача. Применение механической передачи ограничено маневровыми тепловозами малой мощности и рельсовыми автобусами. Однако в последние годы имеет место возврат механической передачи и к дизель-поездам относительно высокой мощности, используемым в междугородных сообщениях.

Инфраструктура Государственных железных дорог Дании находится в ведении компании Bane Danmark (ранее — Banestyrelsen). Не все линии Bane Danmark электрифицированы, так что поезда междугородных сообщений обращаются как на электрической, так и на дизельной тяге. Основные маршруты таких сообщений связывают столицу страны Копенгаген с другими крупными городами, расположенными на островах Зеландия, Фюн и полуострове Ютландия, при этом самые большие пассажиропотоки наблюдаются в сообщении между Копенгагеном и Орхусом.

Инфраструктура основных линий рассчитана на движение поездов со скоростью до 180 км/ч, но на ответвлениях допускается движение с меньшей скоростью. Поэтому для подвижного состава важным фактором является топливно-энергетическая эффективность в широком диапазоне скоростей.

Компанией-оператором железных дорог Дании является DSB, акции которой принадлежат министерству транспорта страны, но функционирует она автономно. До 1995 г. DSB была ответственна также за состояние инфраструктуры, грузовые перевозки, автобусные и паромные сообщения, однако впоследствии основной сферой ее деятельности стали пассажирские перевозки. В 2003 г. железные дороги Дании в пассажирских сообщениях выполнили 55,3 млн. по-

ездо-км и 5576 млн. пассажиро-км. В регулярных международных сообщениях поезда DSB доходят до Гамбурга (Германия) и Мальмё (на юге Швеции), но большая часть перевозочной работы приходится на внутренние сообщения.

Традиционно DSB выполняла перевозки собственным подвижным составом. Такое положение по большей части сохраняется и теперь, однако в силу сложившейся ситуации на рынке определенное число вагонов поездов на локомотивной тяге и моторвагонных поездов эксплуатируется в порядке лизинга. Вместе с тем техническое обслуживание и ремонт подвижного состава осуществляются собственными силами.

Среднее расстояние между станциями в междугородных сообщениях равно примерно 30 км. Однако ввиду наличия разных «пороговых» значений скорости и временных ограничений поездов приходится часто тормозить и вновь набирать скорость. В этих условиях большие значения ускорения и замедления с точки зрения средней маршрутной скорости и, следовательно, длительности поездок даже более важны, чем максимальная скорость.

В середине 1980-х годов было принято решение несколько отсрочить дальнейшую электрификацию железных дорог Дании, а для освоения растущего спроса на пассажирские перевозки, повышения уровня комфорта в пути следования и улуч-

шения показателей междугородных сообщений — обновить парк подвижного состава. В связи с этим были заказаны новые дизель-поезда.

При выработке технических требований к новым поездам исходили, в частности, из необходимости быстрого и легкого переформирования составов (отчасти из-за наличия паромных переправ между Зеландией и Фюном); кроме того, поезда должны быть легкими и обладать высокой удельной мощностью.

Приоритетными также были требования к топливной экономичности и низкому уровню содержания вредных веществ в выхлопных газах. Поэтому рассматривали разные сочетания дизелей и тяговых передач. В качестве оптимального выбрали сочетание дизеля с массогабаритными параметрами, позволяющими установить его на тележку, и индивидуальной автоматически регулируемой механической тяговой передачи, подобной применяемой на мощных автобусах. Однако до последнего времени опыт использования таких тягово-силовых агрегатов на железнодорожном подвижном составе был весьма ограничен.

Специалисты DSB провели сопоставительный анализ тяговых передач разных типов по ряду характеристик. При этом в качестве базовой была принята хорошо известная гидродинамическая передача.

Анализ показал, что электрическая передача по сравнению с базовой имеет аналогичные характеристики по собственному КПД, величине затрат на техническую эксплуатацию и общей стоимости жизненного цикла, лучшие по КПД всего тягово-силового агрегата и худшие по цене, массе и потребности в техническом обслуживании. Механическая передача по затратам на техническую эксплуатацию аналогична базовой, хуже ее по потребности в техническом обслуживании и лучше по пяти остальным принимаемым во внимание характеристикам.

На следующем этапе исследований на одном из эксплуатируемых



Рис. 1. Дизель-поезд серии MR



Рис. 2. Дизель-поезд серии MF

дизель-поездов серии MR (рис. 1) заменили тягово-силовые агрегаты (двухвагонные поезда MR поставлялись в 1978 – 1985 гг., имеют длину 44,7 м, массу 74,6 т и конструкционную скорость 130 км/ч). Вместо двух штатных дизелей типа Deutz BF12 L413 мощностью по 240 кВт с гидродинамическими передачами типа Voith T320r установили два дизеля — один типа MAN 2865LUE, другой типа Deutz BF8 L513 мощностью по 265 кВт с механическими передачами типа ZF Ecomat 5HP600. Испытания показали, что после устранения некоторых проблем начального периода модифицированный дизель-поезд нормально работал в условиях обычной регулярной эксплуатации как в виде отдельной единицы, так и в сцепе с другими (немодифицированными) поездами той же серии.

Исходя из этого было решено, что новый дизель-поезд для междугородных сообщений будет оснащен механической тяговой передачей.

Дизель-поезд, получивший заводское обозначение IC3 и серийное MF (рис. 2), разработан совместно специалистами DSB и компании Scandia (ныне — Bombardier Transportation DK). В трехвагонном составе два концевых вагона — моторные, промежуточный — прицепной. Каждый моторный вагон оснащен двумя тягово-силовыми агрегатами с дизелями типа Deutz BF8 L513 CP мощностью 293 кВт и механическими передачами типа ZF Ecomat 5HP600, т. е. общая мощность поезда составляет 1176 кВт. Поезда MF, поставлявшиеся в 1989 – 1998 гг., имеют длину 58,8 м, массу 97 т, 138 мест для сидения (16 мест в первом и 122 во втором классе) и конструкционную скорость 180 км/ч. В отличие от поездов прежней постройки кузова вагонов изготовлены не из стали, а из алюминиевого сплава. Можно соединять до пяти поездов в один сцеп с управлением по

системе многих единиц, и при этом машинист может контролировать работу до 20 тягово-силовых агрегатов.

Механическая передача Ecomat была адаптирована к условиям эксплуатации на железных дорогах. Так, исходный тип передачи имел пять скоростей переднего и одну скорость заднего хода, что подходило для автобуса, но не годилось для дизель-поезда. Поэтому в «железнодорожном» исполнении передача получила 12 скоростей с полным реверсированием. Разработаны специальные алгоритмы распределения нагрузки, защиты от боксования и юза, регулирования в режиме движения с особо малой скоростью и т. п.

Понадобилось также изменить режим ведения поезда. От традиционного метода с быстрым разгоном и последующим движением на выбеге до следующей остановки отказались в пользу более равномерно-



Рис. 3. Дизель-поезд серии MF в сцепе с электропоездом серии ER



Рис. 4. Дизель-поезд серии IC4

го движения с оптимальной нагрузкой по принципу *cruise control*, что лучше соответствовало имеющемуся отношению мощность/масса.

Первые дизель-поезда серии MF были введены в эксплуатацию в январе 1990 г. В настоящее время поезда этой серии составляют основу парка подвижного состава междугородных сообщений, но в пиковые периоды используются также в пригородных сообщениях. Начиная с 1992 г. эти поезда обслуживают и международное сообщение Копенгаген — Гамбург, пересекая при этом пролив Фемарн-Бельт Балтийского моря на пароме.

Паромная переправа через пролив Большой Бельт во внутренних сообщениях не так давно заменена тоннельно-мостовым переходом, однако способность поездов к быстрому сцеплению и расцеплению, столь важная при их перевозке на пароме, осталась востребованной, хотя и не в таких широких масштабах. Поезда сцепляются и расцепляются в общей сложности до 140 раз в день, посредством чего учитывается меняющийся спрос на перевозки как на разных участках маршрутов, так и в разное время суток, а также улучшается использование подвижного состава (уменьшается число незанятых мест). В то же время такая эксплуатационная гибкость позволяет увеличить число беспересадочных сообщений и повысить частоту движения поездов. При следовании по маршрутам, включающим электрифицированные участки, дизель-поезда зачастую идут по этим участкам в сцепе с электропоездами (рис. 3), а далее следуют самостоятельно. Для обеспечения такой возможности системы управления поездами модифицированы с учетом, например, различий в диаметрах колес, порядка отключения двигателей и т. п.

Численность парка дизель-поездов серии MF железных дорог Дании составляет 96 ед. К середине 2004 г. их общий пробег достиг примерно 350 млн. км, и агрегаты с механическими передачами показали надеж-

Потребление топлива дизель-поездами серии MF

Параметр	Год				
	1999	2000	2001	2002	2003
Общее потребление топлива, тыс. л	28 139	29 491	30 515	31 563	32 620
Общий пробег, тыс. км	27 591	28 407	29 356	30 597	30 870
Средний пробег каждого поезда, тыс. км	299,9	308,8	319,0	332,6	335,5
Удельное потребление топлива, л/км	1,02	1,04	1,04	1,03	1,06

ную работу. Экономические показатели их эксплуатации оказались близкими к расчетным. Число отказов, вызвавших заходы на неплановый ремонт, незначительно. За прошедшее время пришлось заменить лишь две механические передачи из почти 400 эксплуатируемых.

Механические передачи типа Ecomat теперь подлежат капитальному ремонту через каждые 600 тыс. км пробега вместо первоначально установленных 500 тыс. км. Мастерские DSB имеют достаточные для этого оснащение и персонал, но все же из экономических соображений ремонт осуществляется на стороне в порядке аутсорсинга.

Показатели потребления топлива дизель-поездами с механической передачей приведены в таблице. Видно, что каждый поезд расходует в среднем примерно 1 л топлива на 1 км пробега (здесь учтено топливо, сжигаемое работающими дизелями в режимах тяги, выбега, при маневровых передвижениях, а также в системах отопления вагонов). Точно определить экономию, получаемую за счет применения механической передачи, не представляется возможным, но, судя по расчетам, поезда с такой передачей потребляют по крайней мере на 10 % меньше топлива, чем поезда с передачами других типов в аналогичных условиях эксплуатации.

Пробег большинства дизель-поездов серии MF превысил 3 млн. км. Они вполне удовлетворяют поставленным задачам, но в настоящее время рассматривается вариант модификации их тягово-силовых агрегатов исходя из новых, более жестких требований к оптимизации технического обслуживания и экологической

чистоте. Поэтому изготовлен и испытывается опытный поезд, оснащенный другими дизелями, соответствующими уровню Euro 3 требований к содержанию вредных веществ в выхлопных газах, и 12-скоростными механическими передачами, соответствующими повышенному моменту вращения, развиваемому этими дизелями. Управление каждым дизелем и передачей осуществляется совместно, а сами тягово-силовые агрегаты выполнены в виде единых модулей типа power pack, отличающихся от прежних более длительными межремонтными интервалами и сниженной стоимостью жизненного цикла.

По результатам более чем 12 лет эксплуатации дизель-поездов серии MF железные дороги Дании выбрали вариант механической передачи и для новых поездов, приобретаемых для пополнения парка. Компании AnsaldoBreda было заказано 83 четырехвагонных дизель-поезда, получивших заводское обозначение IC4 (рис. 4). Испытания первых поездов начались в 2004 г. За ними последуют дизель-поезда серии IC2 с меньшим числом вагонов. Поезда обеих серий оснащаются дизелями категории Euro 3 и 16-скоростными механическими передачами. Кроме того, взяты в лизинг 12 новых дизель-поездов семейства Desiro компании Siemens, подобных эксплуатирующимся на железных дорогах Германии поездам серии VT 642 и тоже оснащенных механической передачей. Механическая передача применена также на дизель-поездах семейства Talent компании Bombardier и Lint компании Alstom.