

# Современные тепловозы EMD и GETS

*Немецкий инженер Р. Дизель (R. Diesel), изобретатель одноименного двигателя, возможно, и не предполагал, насколько продвинется прогресс двигателей внутреннего сгорания этого типа за 112 лет со времени первых испытаний их опытных образцов, закончившихся саморазрушением. Двигатели, которые начиная с 1940-х годов сделали революцию на железнодорожном транспорте, по всем показателям превосходят первые коммерчески применимые дизели, появившиеся в начале XX в. И наоборот, дизели 1940-х годов выглядят весьма несовершенными по сравнению с современными первичными двигателями локомотивных силовых агрегатов с микропроцессорным управлением, хотя принципы их работы мало в чем изменились.*

Р. Дизель был бы действительно поражен двигателями высокой мощности с низким выделением выхлопных газов, которые установлены на тепловозах последних моделей двух ведущих компаний-изготовителей — Electro Motive Diesel (EMD) и General Electric Transportation (GETS) и являются наиболее мощными и надежными среди когда-либо изготавливаемых для автономной локомотивной тяги. Они также самые лучшие по полноте сгорания топлива и отвечают жестким правилам Агентства по охране окружающей среды США (EPA) по содержанию вредных веществ в выхлопных газах (Tier 2), которые вступили в действие с января 2005 г.

Обе локомотивостроительные компании встретили улучшение ситуации на рынке тепловозов с полными портфелями заказов (общий объем производства в 2005 и 2006 гг., как полагают, будет стабильным и оценивается примерно в 1000 ед. в год, включая предназначенные для поставок на экспорт). В то же время они не прекращали работы по усовершенствованию выпускаемой продукции.

В результате после многомесячных заводских и линейных испытаний на железные дороги вышли первые тепловозы новых серий: SD70ACe (рис. 1) и SD70M-2, выпущенные EMD, Evolution ES44AC (рис. 2) и ES44DC, выпущенные GETS (в серийных обозначениях буквы AC означают применение электрической передачи переменного тока, буквы DC — передачи постоянного тока). Основные технические характеристики новых локомотивов обеих компаний приведены в таблице.

Несколько десятков локомотивов указанных серий в настоящее время уже находятся в регулярной эксплуатации, и ожидается дальнейшее увеличение численности их парка.

На первый взгляд эти новые магистральные тепловозы внешне немногим отличаются от локомотивов предыдущего поколения.

Снаружи отличия почти неувидимы и относятся лишь к охлаждающим воздухопроводам, жалюзи системы охлаждения электродинамических тормозов, некоторым внешним деталям кузовов, т.е. компонентам конструкции, которые может заметить только интересующийся локомотивами любитель железных дорог.

Важнейшие отличия находятся внутри и касаются прежде всего первичных двигателей (дизелей) и связанных с ними вспомогательных систем, которые обеспечивают выполнение требований Tier 2.

Однако подходы к достижению соответствия нормам Tier 2 у компаний-изготовителей различные. Electro Motive Diesel приняла принцип совершенствования дизелей, ранее освоенных производством, в то время как General Electric Transportation разработала совершенно новый дизель. Обе локомотивостроительные компании, как они сами полагают, достигли в этом успеха.



Рис. 1. Тепловоз серии SD70ACe

## Electro Motive Diesel

Компания Electro Motive Diesel, которая в настоящее время после ее продажи консорциуму инвесторов во главе с Greenbriar Equities и Berkshire Partners больше не является отделением корпорации General Motors (хотя работу над новым тепловозом она вела еще будучи EMD GM), взяла за основу испытанный, хорошо зарекомендовавший себя в эксплуатации двухтактный дизель типа 710 и модифицировала его под более жесткие экологические требования норм Tier 2. Этим самым компания достигла поставленных целей в трех ключевых сегментах рынка и обеспечила возможность:

- применения 16-цилиндровых дизелей, удовлетворяющих стандартам ЕРА, на тепловозах, строящихся для железных дорог Северной Америки начиная с 2005 г.;
- применения 12-цилиндровых дизелей, удовлетворяющих стандартам МСЖД, на тепловозах, строящихся на экспорт для железных дорог Европы и других регионов мира;
- применения дизелей данного типа в качестве судовых еще за 2 года до того, как соответствующие требования ЕРА вступят в силу в отношении водного транспорта (в январе 2007 г.).

Значительным достижением является то, что компания перешла от не регулируемых ранее государством требований относительно выхлопных газов к регулируемым требованиям уровней Tier 0, Tier 1 и Tier 2 путем тонкой адаптации двухтактных дизелей типа 710 без использования каких-либо инновационных технологий или добавления сложных вспомогательных устройств. Это стало возможным за счет значительных инвестиций EMD в компьютерное моделирование двигателя, тщательную доработку конструкции, технологических процессов изготовления и испытаний, совершенствование программного обеспечения и разработку систем поддержки. Однако эти инвестиции окупаются благодаря предложению потребителям знакомых дизелей, которые имеют высокую степень надежности, конкурентоспособности по топливной экономичности и поэтому пользуются устойчивым спросом.

Путь новых локомотивов к регулярной эксплуатации на сети начался в 2003 г., когда компания EMD выпустила и подготовила к испытаниям четыре демонстрационных тепловоза серии SD70ACe (буква «e» в серийном обозначении означает усовершенствованный вариант) с номерами GM70 – GM73. Компа-



Рис. 2. Тепловоз серии ES44AC

ния определяет такой подход как настройку (модификацию) хорошо зарекомендовавшего себя в эксплуатации тепловоза с первичным двигателем типа 16-710 (в настоящее время во всем мире в эксплуатации находятся более 5000 таких двигателей) под новый дизель типа 16-710G3C-T2. Силовой агрегат с таким двигателем не имеет непроверенных технических решений, а его мощность равна 4300 л. с. (на 10 % больше, чем предыдущих моделей) при сниженном на 50 % содержании оксидов азота в выхлопных газах. Сочетание механических и электрических усовершен-

Основные технические характеристики тепловозов нового поколения EMD и GETS

Параметр	Серия тепловоза	
	SD70ACe	ES44AC
Длина, мм	22 645	22 875
Высота, мм	4 835	4 575
Масса, т	183,6	186,75
Тип дизеля	16-710G3C-T2	EVO
Число цилиндров	16	12
Мощность, л. с.	4 300	4 400
Электрическая передача	Переменного тока	
Емкость топливных баков, л	18 545	18 925
Емкость масляного бака, л	1 650	1 750
Емкость бака системы охлаждения, л	1 040	1 515
Продолжительная сила тяги, кН	698	738
Тормозное усилие, кН	472	520
Максимальная скорость, км/ч	112	120

ствований, таких, как изменение коэффициента сжатия и параметров турбонаддува, оптимизация воздушных потоков для лучшего сгорания топлива, модификация электронного таймера топливного инжектора, усиление системы охлаждения дизеля и последующего охлаждения, позволило EMD выполнить и даже превзойти требования Tier 2. При этом базовые массогабаритные параметры дизеля типа 710 изменены не были. По заверениям компании, для технического содержания, ремонта или демонтажа новых дизелей не требуются дополнительные затраты на обучение персонала и приобретение дополнительного оборудования. Фирменная система автоматического запуска и остановки двигателя (AESS) улучшает показатели экономии топлива.

Как указывают специалисты EMD, локомотивы являются идеальной платформой для дальнейшего совершенствования дизелей. Деятельность по выполнению требований норм Tier 0 послужила основой для выполнения требований Tier 1 и Tier 2. Для того чтобы удовлетворить требования Tier 0, потребовалось изменить временные режимы работы двигателя и конструкцию инжекторов. Для удовлетворения требований Tier 1 понадобились работы на намного большего объема, включая изменение конструкции коленчатого вала и введение других модификаций. При доработке двигателя под нормы Tier 2 было затрачено еще больше усилий. Одним из ключевых моментов контроля над содержанием вредных веществ в выхлопных газах стало введение режима последующего охлаждения, что сразу улучшило показатели по выделению оксидов азота и эффективности сгорания топлива. Вместе с тем потребовалось решить проблему интеграции новой системы охлаждения в конструкцию дизеля, для чего понадобилось найти соответствующее пространство.

Режим последующего охлаждения является только одним из элементов конструктивного «пакета» двигателя, в котором различные системы должны работать совместно. Например, в камере сгорания необходимо было найти оптимальное сочетание конфигурации головки поршня с коэффициентом сжатия, конструкцией инжекторов и направлением воздушных потоков турбонаддува, причем ни один из этих параметров нельзя было изменять независимо от других.

При более углубленном изучении процесса сгорания видно, как трудно уменьшить выделение выхлопных газов, сохраняя при этом ту же мощность и, что не менее важно с точки зрения потребителей, надежность двигателя. EMD рассматривала все возможности оптимизации для достижения баланса между характеристиками локомотива по мощности дизеля, мощности на ободу колес, силе тяги и эффективности сгорания топлива, а также по выделению выхлопных газов. Например, пиковое давле-

ние горения в цилиндрах имеет место после возгорания топливно-воздушной смеси, и возникающие при этом максимальные нагрузки непосредственно влияют на надежность. Специалисты компании адаптировали условия сгорания к требуемой нагрузке. Для снижения уровня выхлопа пиковое давление горения было уменьшено, и это оказало прямое воздействие на прилагаемую к узлам двигателя нагрузку и, следовательно, на надежность двигателя. Между тем требовалось достичь максимальной средней мощности. В результате принятых мер тепловоз SD70ACe приобрел силу тяги в продолжительном режиме, равную 698 кН, причем эта величина сохраняется в кривых радиусом до 175 м и более. Понятие продолжительного режима означает, что тепловоз может работать практически непрерывно без перегрева тяговых двигателей или преобразователей.

Дизель типа 710 действительно имеет хорошие показатели по содержанию вредных веществ в выхлопных газах, причем без конфликта между топливной экономичностью и выделением выхлопных газов, так что этот двигатель удовлетворяет предъявляемым требованиям.

На грузовых железных дорогах надежность локомотивов измеряется показателем MTBF (среднее время работы между отказами), а не MDBF (средний пробег между отказами) в связи с разными условиями эксплуатации, выражающимися в таких параметрах, как расстояние, крутизна уклонов, число и радиус кривых, требуемая мощность и др. Показатель MTBF для локомотивов и их вспомогательных систем, включая тяговые генераторы, измеряется по продолжительности работы, исчисляемой в сутках. Например, у тепловозов серии SD70M, 1400 ед. которых используются на железной дороге Union Pacific, среднее время наработки на отказ в пути следования составляет 600 сут.

По окончании линейных испытаний в конце 2004 г. тепловозы серии SD70ACe и аналогичные им серии SD70M-2 с электрической передачей постоянного тока стали весьма популярными на рынке локомотивов. Вслед за четырьмя демонстрационными тепловозами SD70ACe последовал заказ железной дороги CSX Transportation на 20 таких же локомотивов. Региональная железная дорога Montana Rail Link заказала 60 ед., железная дорога Kansas City Southern (после 75-дневных испытаний) — 30 ед. Железная дорога Union Pacific заказала компаниям EMD и GETS в общей сложности 315 локомотивов, соответствующих нормам Tier 2, значительную часть которых (но не уточненную) будут составлять тепловозы SD70ACe. Железная дорога BHP (Австралия) заказала 13 тепловозов этой же серии. В то же время железная дорога Norfolk Southern после испытания трех демонстрационных образцов заказала 53 тепловоза серии SD70M-2.

### General Electric Transportation

За 6 лет исследований и разработок компания General Electric Transportation вложила в создание тепловоза Evolution около 200 млн. дол. По мнению специалистов GETS, этот локомотив сочетает в себе лучшие существующие технические решения и новые прогрессивные технологии, которые на настоящее время защищены 25 патентами США, 13 поданными и 18 выложенными заявками на изобретение.

Компания намеревалась решать проблемы радикальным образом и поэтому во многом модифицировала дизель, системы управления, контроля и охлаждения в расчете на установку, в сущности, на новый локомотив. Преимуществом нового дизеля типа EVO является не только то, что в нем снижен на 40 % уровень выделения выхлопных газов, но и то, что он обеспечивает возможность сокращения на 3 % расхода топлива по сравнению с дизелем предыдущей модели FDL16. При этом дизель EVO с 12 цилиндрами имеет такую же мощность (4400 л. с.), что и 16-цилиндровый FDL16.

К созданию дизеля типа EVO компания приложила большие усилия. В конструкции этого дизеля применены поршни большего размера, в чем и заключается одно из основных его отличий от дизеля FDL16. Однако самые радикальные изменения были внесены в систему управления и контроля дизеля (ССА) за счет увеличения ее вычислительной мощности, объема памяти и быстродействия. Это можно сравнить с тем, что было достигнуто в совершенствовании процессоров персональных компьютеров при переходе от платформы 286 к платформе Pentium 486. В результате удалось обеспечить правильный баланс между уменьшенным выделением выхлопных газов и эффективным сгоранием топлива. Усовершенствован-

ная система ССА контролирует и выполняет мониторинг таких факторов, как время срабатывания клапанов и рабочая температура. При способности системы быстрее обрабатывать данные она может оперативно реагировать на изменения условий работы и немедленно осуществлять соответствующие регулировки. Уменьшение на четыре числа цилиндров и, соответственно, числа деталей также улучшило надежность и ремонтпригодность двигателя. Кроме того, оптимизирована конструкция некоторых деталей шатунно-поршневой группы.

Еще одним существенным отличием дизеля EVO от FDL16 является использование одного турбонагнетателя (вместо двух) с гибридной двухвентильной системой охлаждения, которая снижает температуру поступающего в дизель воздуха до близкой к температуре окружающей среды. Она выполнена со снабженным модулем теплообменника дополнительным охлаждающим контуром воздух/воздух для выхлопных газов, направляемых в турбонагнетатель. Благодаря этому более интенсивный воздушный поток способствует увеличению мощности и повышению эффективности процесса сгорания, а также снижает температуру воды в системе охлаждения дизеля. Более низкая рабочая температура дизеля типа EVO обеспечивает увеличение срока его службы.

Компания GETS построила партию предсерийных тепловозов Evolution численностью 50 ед., пробег которых во время испытаний на линии составил около 6,9 млн. км. Незнаемое число новых серийных локомотивов заказано железными дорогами Burlington Northern Santa Fe и Union Pacific, и в настоящее время они находятся на стадии изготовления и поставки.

*W. Vantuono. Railway Age, 2005, № 3, p. 23 – 28.*

*Вам нужна*

*эффективная*

**реклама?**

**Звоните в редакцию журнала «Железные дороги мира»,**

**МЫ ПОМОЖЕМ ВАМ.**

**Телефон: (495) 317-55-65. E-mail: zdm@css-rzd.ru**