

# Тепловоз серии G 2000 BB и разработка платформы компанией Vossloh Locomotives

Для повышения своей конкурентоспособности небольшие железнодорожные компании-операторы вынуждены выполнять перевозки и необходимые маневровые работы минимальным числом локомотивов одной серии. Компания Vossloh Locomotives разработала концепцию тепловоза, наиболее пригодного для подобного вида эксплуатации и выполнения широкого спектра задач. Таким локомотивом стал тепловоз серии G 2000 BB, который послужил платформой для создания различных модификаций.

Концерн Vossloh-Gruppe насчитывает 80 различных компаний, расположенных в 30 странах. При общей численности персонала 5900 чел. он имел в 2007 г. оборот 1,2 млрд. евро. Из этой суммы 88% получено за пределами Германии, преимущественно в странах Европы. Доля оборота, полученного вне Европы, составила 21%.

Vossloh объединяет две группы компаний. Одна из этих групп специализируется на инфраструктуре, вторая — на подвижном составе и железнодорожной технике. В области инфраструктуры заняты три компании: Vossloh Fastening Systems (рельсовые скрепления), Vossloh Switch Systems (стрелочные переводы) и Vossloh Infrastructure Services (конструкция пути). Во вторую группу входят компании Vossloh Locomotives, разрабатывающая и выпускающая тяговый подвижной состав, и Vossloh Electrical Systems, специализирующаяся на электрооборудовании.

## Требования рынка

В 1990-е годы в Европе началась либерализация железнодорожных сообщений, которая в Германии реализовалась в рамках государственной реформы железной дороги. По-

явились большое число операторов, осуществляющих перевозки, в том числе и грузовые с большой дальностью доставки. Как следствие, возникла потребность в парке соответствующего тягового подвижного состава. Для повышения конкурентоспособности некоторые небольшие компании вынуждены были выполнять не только перевозки, но и все необходимые маневровые работы на конечных пунктах с использованием всего лишь одного локомотива. Наиболее реальным решением в этом случае является использование тепловозной тяги. В распоряжении этих малых компаний не было современных магистральных тепловозов. Еще и сейчас такие предприятия располагают тепловозами с капотным кузовом и кабиной, расположенной посередине. Мощность их существенно ограничена и скорость невелика. Соответствующий парк подвижного состава крупных компаний, в том числе преемников государственных железных дорог, десятилетиями не обновлялся. Компания Vossloh Locomotives взяла на себя задачу в кратчайший срок создать и предоставить предприятиям тепловоз, отвечающий этим требованиям, который станет долговременной, экономически оправдан-

ной альтернативой эксплуатируемым, в том числе импортным, локомотивам старых серий.

## Концепция платформы локомотивов G 2000 BB

При создании новой концепции локомотива необходимо было выполнить целый ряд требований, и в первую очередь обеспечить максимально высокую мощность и максимальную скорость движения. Простая конструкция локомотивов, основанная на уже испытанных технологиях, позволит компаниям-операторам не делать значительных инвестиций в их приобретение, обучение обслуживающего и ремонтного персонала, а также в общую инфраструктуру технического обслуживания и текущего содержания.

В результате выбор пал на однодизельный четырехосный тепловоз с гидравлической передачей на базе мостовой рамы кузова. В качестве поддержки данного решения можно назвать полное одобрение такого конструктивного исполнения большим числом частных и государственных железнодорожных компаний в Европе, эксплуатировавших маневровые, магистральные и универсальные локомотивы средней мощности, например локомотивы серии HLD 77/78 Национального общества железных дорог Бельгии (SNCB), серии 2070 Федеральных железных дорог Австрии (ÖBB) и стандартные локомотивы G 1206, которые сегодня используются многочисленными частными операторами и Национальным обществом железных дорог Франции (SNCF).

Выбор в пользу гидродинамической передачи мощности сделан благодаря ее сравнительно невысоким массе и монтажным размерам. Компания Voith выиграла тендер на разработку новой мощной передачи L620 для магистральных локомотивов с гидротрансформатором, применяемым при трогании и разгоне, а также с механическим реверсивным переключателем; при этом в конструкции были использованы современные достижения в области передаточных механизмов и опыт эксплуатации уже испытанных передач L520 и L3r4. Новая передача в состоянии реализовать мощность, соответствующую мощности тягового привода локомотива, равной 3000 кВт, имеет электронную систему управления и контроля и при необходимости может быть дооборудована замедлителем мощностью до 2000 кВт.

Гораздо более трудным оказался выбор подходящей системы привода. Конструкция локомотива ограничивает этот выбор легкими высокооборотными дизелями с относительно небольшим рабочим объемом цилиндров. В локомотивостроении Европы компаниям-разработчикам приходится использовать дизели, эксплуатируемые на других видах транспорта и в различных областях промышленности. Разработки специальных локомотивных дизелей уже не ведутся. Ориентируясь на максимальную мощность привода, в качестве вариантов рассматривали 20-цилиндровый двигатель серии 4000 компании MTU с заявленной мощностью выше 2500 кВт и дизель серии 35 16B-ND компании Caterpillar с реализуемой мощностью 2240 кВт. Выбор дизеля компании Caterpillar определила его высокая эксплуатационная готовность.

Техническое решение недорогой и удобной для обслуживания кузовной части, имеющей небольшую ширину, было заимствовано из конструкции уже испытанных локомотивов с капотным кузовом и кабиной, расположенной посередине. Однако

увеличение размеров компонентов тягового привода потребовало полного использования высоты габарита подвижного состава. Отдельные элементы капотного кузова исполнены в виде функциональных модулей в соответствии с использованным здесь общим принципом модульного конструирования.

От размещения кабины машиниста посередине пришлось отказаться. Выбор варианта с двумя концевыми кабинами управления был обусловлен преимущественным использованием локомотивов в магистральном сообщении. Уже в первой концепции были предусмотрены три различных варианта кабин, различающихся по ширине.

Несущую основу локомотива образует мостовая рама кузова. Впервые в эту раму для повышения устойчивости и уменьшения общей массы интегрирован топливный бак вместимостью 5000 л. Несмотря на высокую мощность, общая длина локомотива по буферам составляет 17,4 м.

Использование элементов конструкции, аналогичных реализованным на других локомотивах, и создание унифицированных узлов (модулей) дает наряду с минимизацией затрат на проведение опытно-конструкторских работ и освоение новых видов продукции и связанного с этим риска также другие преимущества, в частности касающиеся обеспечения запасными частями и технического обслуживания в ходе эксплуатации. Характерным примером является использование двухосной стандартной тележки во всех новых разработках компании Vossloh Locomotives, в том числе и на тепловозах платформы G 2000 ВВ, рассчитанных на максимальную скорость движения 120 км/ч.

Большое внимание было уделено системе управления и регулирования локомотива. Передача высокой мощности на рельсы посредством лишь четырех колесных пар требует поиска новых способов защиты от боксования. При использовании

механически связанных колесных пар большое значение имеет достоверная регистрация линейной скорости. Поиск решения этой проблемы велся на базе многолетнего опыта использования радарного скоростемера на локомотивах Северной Америки, а с недавнего времени и на мощных европейских электровозах, например серии 101 железных дорог Германии (DB). Благодаря этой системе в локомотивах платформы G 2000 ВВ степень использования сил сцепления достигает уровня, сопоставимого с этим параметром локомотивов, оборудованных современной электрической передачей мощности. Это подтверждают испытания на трогание с места в сложных условиях, проведенные весной 2004 г. на так называемой Франкенвальдской рампе между пунктами Пробстцелла и Штайнбах-ам-Вальд компанией DB-Systemtechnik, входящей в состав холдинга железных дорог Германии.

Наличие достаточных резервов монтажных объемов и тяговой мощности, а также модульный принцип конструкции позволяют в перспективе интегрировать в локомотив другие новейшие разработки, которых требует рынок. Гидродинамическая передача и конструкция машинного отделения с холодильником рассчитаны на мощность до 3000 кВт. Исследования динамики ходовой части с целью подтверждения ее ходовых характеристик проводились на максимальной скорости 140 км/ч. Поскольку тепловоз предназначен для эксплуатации в различных странах Европы, то в основу были положены размеры габарита приближения строений в соответствии с требованиями МСЖД. Для установки на локомотиве по требованию заказчика дополнительного оборудования, в том числе гидродинамического замедлителя, фильтра для улавливания частиц сажи и вспомогательного агрегата для зарядки аккумуляторной батареи, предусмотрены соответствующие монтажные пространства.

Аспекты защиты окружающей среды всегда оказывают влияние на перспективность концепции. Уровень вредных выбросов дизеля, устанавливаемого на локомотивах платформы G 2000 BB, существенно ниже действующих на сегодня допустимых норм, отраженных в документе МСЖД 624. Ввиду отсутствия общеевропейской инструкции по уровням излучаемого шума в основу концепции были положены нормы, действующие на железных дорогах Австрии как наиболее жесткие в настоящее время.

### Тепловоз G 2000-1 BB, базовый вариант

Первый тепловоз платформы G 2000 BB был изготовлен в 2000 г. (рис. 1). Он экспонировался на международной выставке InnoTrans 2000 в Берлине. После этого последовали многочисленные испытания, а также опытная эксплуатация у различных операторов. Мощность дизеля на этом тепловозе (вариант 1) составляет 2240 кВт, кабины управления имеют асимметричную форму. Необычная форма кабины управления привлекла всеобщее внимание. Кабина достаточно просторна, обеспечивает удобный подъем на локомотив по ступенькам в виде лестницы, который раньше был возможен только на локомоти-

вах с центральным расположением кабины. Это создает дополнительные удобства при использовании локомотива в качестве маневрового с дистанционным управлением по радио. Всего было изготовлено 20 локомотивов этой модификации. Большая часть их находится в парке лизинговой компании Angel Trains Cargo.

### Тепловоз G 2000-2 BB, итальянский вариант

Положительные отзывы о тяговых качествах этих локомотивов привлекли внимание различных компаний-операторов, в том числе и в Италии. Компания Azienda Consorziale Transporti (ACT) в Реджо-нель-Эмилия (город и провинция в Италии) намеревалась приобрести новые тепловозы для широкого использования на своих линиях и магистралях Государственных железных дорог Италии (FS). Решение было принято в пользу тепловоза серии G 2000 BB. Связанная с большими затратами процедура допуска к эксплуатации в Италии потребовала также внесения ряда изменений на локомотиве. Так появился вариант 2 платформы G 2000 BB.

Особенностью локомотива является конструкция кабин, исполненных в полную ширину. Такая конструкция была обусловлена требова-

нием о наличии двух рабочих мест с одинаковыми условиями обзора. Управление локомотивом осуществляется традиционно для Италии с левой стороны кабины машиниста. К дополнительному оборудованию относятся акустические и оптические системы сигнализации, устройство обеспечения безопасности движения, поездная радиосвязь и противопожарное устройство в машинном отделении. В настоящее время этот локомотив является единственным новым тепловозом большой мощности, имеющим допуск к эксплуатации в Италии. После приобретения тепловозов данной модификации другими итальянскими операторами, а также компаниями, осуществляющими международные перевозки (SBB и Railion), что, в свою очередь, способствовало популяризации данного варианта, численность его парка достигла 29 ед.

### Тепловоз G 2000-3 BB, отвечающий требованиям эксплуатационной совместимости систем

Несмотря на широкий успех локомотивов платформы G 2000 BB, в ходе эксплуатации обнаружились некоторые недостатки, в частности касающиеся низкой надежности некоторых компонентов. Кроме того, с ростом интенсивности магист-



Рис. 1. Базовый вариант тепловоза G 2000 BB с асимметричной кабиной



Рис. 2. Тепловоз G 2000-3 в Нидерландах



ральной эксплуатации тепловозов их использование в качестве маневровых все больше отходило на задний план. В связи с этим большой интерес был проявлен к созданию более просторной кабины машиниста и более удобному подъему на локомотив. Оба требования привели к созданию варианта 3. Таких тепловозов было построено 13 ед.

Преимущества дизельной тяги в международных сообщениях стали причиной того, что к локомотивам платформы G 2000 BB было сформулировано требование допуска к эксплуатации в других странах Европы. Уже рассмотренный тепловоз варианта 2 для Италии, который также имел допуск к эксплуатации в Швейцарии, был дополнен оборудованием для международного сообщения между Германией и Нидерландами (рис. 2). Проведена также процедура допуска тепловоза к эксплуатации еще в других странах: Бельгии, Франции, Польше, Чехии, Дании и Швеции.

### Тепловоз G 2000-4 BB, стратегия увеличения мощности

Локомотивы платформы G 2000 BB хорошо себя зарекомендовали в различных условиях эксплуатации с поездами массой до 2000 т. Сомнения в целесообразности использования более высокой тяговой мощности при четырехосном варианте локомотива оказались необоснованными. Напротив, существуют многочисленные требования по перевозке поездов средней и повышенной массы, для которых сила тяги при трогании локомотива массой 90 т является вполне достаточной.

Со стороны компаний-операторов все чаще высказывается мнение о необходимости дальнейшего повышения мощности локомотива. Благодаря возможности использования дизеля типа 20V4000R42 компании MTU началась разработка четвертого варианта тепловоза

платформы G 2000 BB. Локомотив G 2000-4 BB, демонстрировавшийся на выставке InnoTrans 2004, представляет собой самый мощный тепловоз в Центральной Европе.

Большие конструктивные возможности концепции платформы 2000 г. позволили наряду с увеличением мощности на 500 кВт одновременно осуществить интеграцию гидродинамического тормоза и сажевого фильтра, а также на базе опыта эксплуатации усовершенствовать концепцию электрооборудования.

Динамическая мощность торможения, обеспечиваемая замедлителем и составляющая 2000 кВт, а также мощность дизеля определяют высокие требования к системе охлаждения. Вместе с тем уровень шума, излучаемого этой системой, существенно снижен по сравнению с предыдущими модификациями и теперь соответствует требованиям технической спецификации по совместимости систем (TSI).

Кроме снижения уровня шума, все большее значение придается уменьшению вредных выбросов. После успешного серийного использования сажевого фильтра более чем на 70 локомотивах серии Am 843 Федеральных железных дорог Швейцарии (SBB) оснащение им локомотивов G 2000-4 BB доказало, что эта технология с технической точки зрения может быть интегрирована в систему тепловоза любого класса мощности. Локомотив G 2000-4 BB можно считать не только самым мощным, но и самым экологически чистым тепловозом большой мощности в Европе.

После презентации тепловоза G 2000-4 BB на выставке InnoTrans 2004 до середины 2005 г. он проходил различные испытания вместе с локомотивом модификации G 2000-5 BB. Испытания также проводились в Чехии на испытательном полигоне Velim. Основное внимание было сосредоточено на стендовых испытаниях всех компонентов тепловозов и соответствующих

измерениях. Вслед за этим начались ходовые испытания в различных условиях эксплуатации. В частности, тепловоз G 2000-4 BB прошел эксплуатационные испытания с поездом Sylt-Shuttle.

Компания DB AutoZug в Германии занимается регулярными перевозками по тактовому графику грузовых и легковых автомобилей, а также мотоциклов с материка (г. Нибюль) на остров Зильт (г. Вестерланд). Этот «паром на рельсах» представляет собой наиболее часто используемое и удобное средство транспорта для отдыхающих, направляющихся на своих автомобилях на остров Зильт. Требования к перевозкам с точки зрения тяговой мощности обусловлены не только необходимостью обеспечения в летнее время движения поездов по тактовому графику с интервалом 30 мин на участке длиной 40 км (частично однопутном), но и необычайно высоким сопротивлением движению поезда из открытых одно- и двухъярусных вагонов по Хинденбургской плотине во время шторма, когда сила ветра достигает 28–32 м/с и коэффициент сцепления из-за брызг значительно снижается. В настоящее время эти поезда двойной тягой водят локомотивы серий 215 и 218 железных дорог Германии. Компания DB AutoZug занимается поиском современных локомотивов для обновления своего парка с целью экономии в будущем расходов на эксплуатацию, ремонт и техническое обслуживание. Большое значение имеет также снижение уровня шума и уменьшение вредных выбросов. Пригодность возможных вариантов проверяется в условиях эксплуатации. Прежними кандидатами были шестиосные локомотивы BlueTiger компании Bombardier Transportation и тепловозы серии 66 компании EMD, а также четырехосный локомотив ER20 компании Siemens для вождения поездов двойной тягой.

Высокая тяговая мощность и хорошие экологические показатели

тепловоза G 2000-4 ВВ определяют его участие в соревновании за право использования на этой линии в режиме одиночной тяги. Во время испытательных поездок в июне-июле 2005 г. результаты превзошли все ожидания. В режиме одиночной тяги он способен заменить локомотивы серий 215 и 218, используемые в режиме двойной тяги. По сравнению с расходом топлива поездами Sylt-Shuttle, использующими прежние локомотивы, тепловоз G 2000-4 ВВ обеспечивает экономию, составляющую 25%, несмотря на его более высокую тяговую мощность.

Важнейшим качеством тепловоза G 2000-4 ВВ, выгодно отличающим его от локомотивов других серий, является высокая мощность динамического тормоза. Намеченные испытания локомотива в сложных метеорологических условиях провести не удалось, так как стояла ясная погода и на море не было шторма, что не создавало условий для проверки системы противоюзной защиты. Искусственное увлажнение небольшого участка пути позволило составить лишь примерное представление о функционировании системы.

В ноябре 2005 г. ситуация для подобных испытаний была благоприятной, температура была близка к нулю, шел снег попеременно с дождем, дул сильный ветер. Серия испытаний в ходе первой поездки оказалась неудачной, однако после внесения необходимых изменений в программное обеспечение были получены хорошие результаты. Противоюзная и противобоксовочная защита, базирующаяся на системе радара, оказалась работоспособной в самых неблагоприятных условиях и показала большой потенциал дальнейшего улучшения. Это отметили все принимавшие участие в испытаниях специалисты компаний DB AutoZug, DB-Systemtechnik и Vossloh Locomotives. В ходе испытаний было получено первое практическое подтверждение надежности передачи максимальных тяговых усилий с помощью гидроди-

намической передачи мощности и четырех механически связанных колесных пар при высоком коэффициенте сцепления, обеспечиваемом современной электронной системой защиты от боксования.

В 2006 г. локомотив эксплуатировался компанией Häfen und Güterverkehr Köln, осуществляющей грузовые перевозки по различным направлениям. После этого также планировалась его работа в других компаниях с различными эксплуатационными условиями.

### Тепловоз G 2000 – 5 ВВ, скандинавский вариант

С 2002 г. федеральное министерство образования и научных исследований (BMBWF) оказывает поддержку научно-исследовательскому проекту по созданию технических предпосылок для реализации международного грузового сообщения между Швецией, Данией и Германией. Компания Vossloh Lokomotives участвует в проекте, предлагая соответствующий этим задачам тепловоз. В качестве базовой единицы для дальнего сообщения предлагается тепловоз большой мощности серии G 2000-4 ВВ. Кроме того, было решено разработать следующую модификацию локомотива платформы G 2000 ВВ, а именно G 2000 – 5 ВВ.

При создании тепловоза на нем были установлены различные системы обеспечения безопасности движения и поездной радиосвязи, в том числе специальная схема, используемая при движении поезда по мосту, являющемуся частью перехода через пролив Эресунн. Наряду с этим большое внимание было уделено климатическим условиям Северной Европы с диапазоном температур от –40 до +35 °С и снежными бурями. В наиболее ответственных конструкциях была применена специальная вязкая сталь, на элементах оборудования установлены ограждения, защищающие от

снежной пыли, смонтированы нагреватели для баков с топливом и маслами.

Несмотря на накопленный опыт эксплуатации в странах Скандинавского полуострова, в Швеции в сентябре 2002 и марте 2003 г. недалеко от границы с Финляндией были выполнены испытательные поездки локомотивов платформы G 2000 ВВ с целью идентификации потенциальных возможностей усовершенствования тепловозов. Вариант, разработанный параллельно с G 2000-4 ВВ, в 2005 г. почти полностью прошел процедуру допуска к эксплуатации в Швеции и Дании. Благодаря положительному опыту работы этого локомотива и предыдущей модификации G 2000-4 ВВ новый тепловоз был вскоре сдан в коммерческую эксплуатацию. С начала 2006 г. он используется для тяги тяжеловесных поездов с лесом. Эти перевозки выполняет шведская компания TXLogistik.

### Перспективы

Благодаря наличию пяти модификаций локомотивов платформы G 2000 ВВ компания Vossloh Lokomotives имеет широкий спектр тепловозов большой мощности для грузового сообщения и солидную базу для завоевания других рынков. Последние варианты исполнения, имеющие наибольшую мощность, предоставят компаниям-операторам новые коммерческие возможности в области грузовых перевозок. Частично уже начатые разработки в ближайшем будущем сконцентрируются на допуске платформы локомотивов к эксплуатации в других странах Центральной и Восточной Европы, на их оптимизации для выполнения требований TSI и директив ЕС по дизельной тяге, а также на дальнейшем повышении мощности до 3000 кВт на базе уже имеющегося оборудования.

*По материалам компании Vossloh Locomotives.*