

# Мировой рынок подвижного состава облегченного рельсового транспорта

*Анализ состояния мирового рынка подвижного состава облегченного рельсового транспорта актуализирует вопрос перспектив присутствия на нем крупных компаний. В последнее время объем заказов на этот подвижной состав в основном не достигает минимального уровня 500 ед. в год, необходимого для сохранения загрузки существующих производственных мощностей ряда западноевропейских компаний, что привело к закрытию части вагоностроительных предприятий, некоторые из оставшихся близки к этому. В то же время наблюдается активизация малых компаний.*

Анализ рынка подвижного состава данного типа показывает, что производство вагонов трамвая и систем облегченного рельсового транспорта не обеспечивает значительных доходов крупным компаниям. Прибыльность этой деятельности остается под сомнением, так как объемы производства такого подвижного состава слишком малы на фоне обширного перечня инновационных предложений и доминирования индивидуальных пожеланий заказчиков.

Хотя компания Siemens и заявляла о нежелании покинуть этот рынок, неожиданным подобное решение не станет. Из-за недостаточного количества заказов на данный подвижной состав конкуренция среди его поставщиков остается сильной. На лидирующие позиции корпорации Siemens-Duewag в США наступает Kinki Sharyo, а в Европе ее положение на рынке усугубляют проблемы с кузовами вагонов семейства Combino.

Компания Siemens Transportation Systems (TS) уже предприняла шаги по рационализации деятельности в сфере вагоностроения, объявив в августе 2003 г. о слиянии отделений подвижного состава Light Rail (для городских транспортных систем) и Heavy Rail (для магистральных железных дорог) с образованием единого Mass Transit. Компания STS (Франция) будет выпускать вагоны серии VAL 208. SGP останется отдельной компанией с заводами, расположенными в Вене и Граце (Австрия).

Закрывает завод Siemens TS в Карсоне (США, штат Калифорния) по выпуску стальных кузовов вагонов облегченного типа. Сборку вагонов типа Avanto будут выполнять в Сакраменто (тот же штат) из модулей, изготовленных субподрядчиками. Если заказчики в США выразят желание и в дальнейшем приоб-

ретаать вагоны со стальными кузовами, Siemens TS разместит заказы на их изготовление на заводе компании SuperSteel в Скенектади (США, штат Нью-Йорк).

## Развитие производства вагонов

Siemens TS — не единственная компания, испытывающая проблемы избытка производственных мощностей, низкого уровня заказов и ценового давления. В октябре 2004 г. обнародована программа третьей реорганизации этой компании за последние 2 года. Она предусматривает разделение охватываемого в мировом масштабе рынка на четыре ориентированные на потребителей региональные зоны, поддерживаемые одной рабочей группой, курирующей вагоностроительные заводы, и семью функциональными командами.

Компания Alstom Transport намеревалась продолжить производство вагонов трамвая и облегченных рельсовых систем на международной основе. Вагоны будут строить заводы в Этре и Райхсхоффене (Франция), Барселоне (Испания), Савильяно (Италия) и Зальцгиттере (Германия). В то же время Alstom намерена закрыть завод тягового оборудования в Престоне и закончить строительство нового предприятия Washwood Heath в Бирмингеме (оба — Великобритания).

Компания Bombardier Transportation в марте 2004 г. объявила о закрытии в течение ближайших 18 мес семи заводов. Следствием этого решения стали кадровые и структурные изменения. Так, одними из основных новшеств явились ликвидация отделения Industrial и присвоение каждому заводу статуса производственного подразделения.

Отделение подвижного состава облегченного типа теперь контролирует заводы в Вене и Баутцене (Германия), которые заняли лидирующие позиции на рынке, опередив предприятие в Дюссельдорфе, принадлежавшее Duewag. Здесь выпускаются вагоны разных типов, включая Flexity Classic, LF2000, Incentro, Variobahnen, Eurotram и De Lijn. Вагоны трамвая и типа Cityrunner выпускаются в Вене, но цель Bombardier состоит в достижении максимально возможной производственной гибкости: кузова поступают с завода в Зигене, тяговое оборудование из Мангейма (оба — Германия) или реже — из Вестероса (Швеция).

Очевидно, что, пока крупнейшие компании проводят одну реорганизацию за другой, менее крупные (например, CAF) наращивают производство. Получив заказы на 80 вагонов с высоким уровнем пола для систем рельсового транспорта Питтсбурга и Сакраменто (рис. 1), компания CAF потеснила позиции Siemens в США. Муниципалитет Брюсселя заказал компании вагоны новых серий для метрополитена (с характеристиками систем облегченного типа). CAF также является одним из претендентов на поставку транспортной администрации Randstad Rail (Нидерланды) 52 вагонов для двухсистемных региональных электропоездов.

Новое на этом рынке предприятие Leipziger Fahrzeug-Betriebe (Германия) выступило с инициативой сборки вагонов с низким уровнем пола в мастерских трамвайного депо Лейпцига, а Škoda Transportation (Чехия) поставляет вагоны типа Astra в такие города Северной Америки, как Портленд (рис. 2), Такома и Калгари. Еще одна компания, Stadler (Швейцария), также планировала начать производство вагонов трамвая. Все это ослабляет позиции крупных вагоностроительных компаний.

### Объемы заказов

Западноевропейские компании — изготовители подвижного состава облегченного типа за год (с апреля 2003 по апрель 2004 г.) получили заказы на поставку 404 новых вагонов. Это несколько лучше, чем среднегодовые поставки вагонов за последние 10 лет (316 ед., в том числе 228 для трамвая и 88 для рельсовых систем облегченного типа), но ниже минимально допустимого уровня производства (500 ед.). В объем заказов 2004 г. входят 248 вагонов трамвая с низким уровнем пола (табл. 1), 86 вагонов облегченного типа с низким и средним уровнем пола (табл. 2), а также 70 вагонов облегченного типа с высоким уровнем пола. Из перечисленных вагонов трамвая 134 предназначены для замены старых, остальные — для обслуживания новых линий или участков в продолжение действующих.

По объему полученных заказов на поставки вагонов трамвая лидирует Bombardier (81 ед.), за ней следуют Siemens (75 ед.), Alstom (60 ед.), AnsaldoBreda и CAF (по 17 ед. у каждой). Kinki Sharyo лидирует в секторе вагонов облегченного типа (заказано 67 ед. с низким и 20 с высоким уровнем пола), за ней идет AnsaldoBreda (50 ед. с высоким уровнем пола).

В поставках электрооборудования для вагонов трамвая лидирует Bombardier, за ней следуют Alstom, Siemens, Кiere, Ansaldo и Elin (табл. 3).

Заказы 2004 г. увеличили до 4197 ед. общий объем поставок вагонов трамвая с низким уровнем пола, из них 1583 вагона (или 38 %) можно класси-



Рис. 1. Вагон компании CAF в Сакраменто



Рис. 2. Вагон Astra компании Škoda в Портленде

фицировать как системные, т. е. принадлежащие к тому или иному семейству (табл. 4). При этом из 248 заказанных в 2003 – 2004 гг. вагонов трамвая 158 системные. Значительная часть последних заказов приходится на вагоны с низким уровнем пола на всей площади салонов, только 28 заказанных вагонов будут иметь низкий уровень пола частично. Следует отметить, что Париж и Севилья (Испания) вошли в число городов, заказывающих вагоны трамвая шириной 2650 мм.

Табл. 5 иллюстрирует факт, что более крупные компании-операторы все еще имеют возможность оформлять заказы по относительно низким ценам. Однако за последние 3 года произошли существенные изменения. Заказы на поставку вагонов шириной 2400 мм семейств Combino и Citadis (серии 302В) для Амстердама и Роттердама (оба — Нидерланды) в 2002 г. были оформлены по удельной стоимости 21 тыс. и 18,17 тыс. евро/м<sup>2</sup> соответственно, в то время как в 2004 г. цена подобных вагонов той же ширины для Страсбура (Франция), Цюриха (Швей-

Таблица 1

Заказы на вагоны трамвая с низким уровнем пола  
(по состоянию на 15 апреля 2004 г.)

Компания-изготовитель, семейство вагонов	Объем основных заказов	Объем дополнительных заказов
<b>Siemens TS:</b>	1 426	139
вагоны постройки Duewag	687	18
Combino	481	60
NF8-12	106	61
SGP ULF	152	—
<b>Bombardier Transportation<sup>1,2</sup>:</b>	1 394	253
GTxN	466	4
Eurotram	151	—
Variotram	120	97
Incentro	48	6
Cobra	74	22
Vevey	73 <sup>1</sup>	—
BN Brugge	45	—
DWA Bautzen	142	49
DWA Bautzen LF2000	136	37
BWS Wien Cityrunner 1	18	—
BWS Wien Cityrunner 2	121	38
<b>Alstom Transport<sup>3</sup>:</b>	1 035	263
TSF 1 (для Нанта)	46	—
TSF 2 (для Гренобля)	16	—
Citadis	501	170
T 2000 (для Брюсселя)	51	—
Vevey	20	—
LHB	126 <sup>3</sup>	48
Fiat Ferroviaria	105	—
Ferroviaria Cityway	70	45
<b>AnsaldoBreda + Firema:</b>	274	65
AnsaldoBreda Sirio	226	65
Breda	24	—
Firema	24	—
<b>Socimi</b>	42	—
<b>CAF</b>	24	—
<b>LFB</b>	2	—
<b>Итого</b>	<b>4 197</b>	<b>720</b>

<sup>1</sup>Включая 46 вагонов со средним уровнем пола.

<sup>2</sup>Плюс 60 прицепных вагонов.

<sup>3</sup>Плюс 30 прицепных вагонов.

цария), Будапешта и Дюссельдорфа (Германия) возросла на 40 %.

Общая тенденция такова, что поставщики в каждом удобном случае стремятся повышать цены на подвижной состав. Заказы по индивидуальным проектам, например на вагоны трамвая метровой колеи

Таблица 2

Заказы на вагоны с низким и средним уровнем пола для городских рельсовых систем (по состоянию на 15 апреля 2004 г.)

Компания-изготовитель	Объем основных заказов	Объем дополнительных заказов
<i>Механическая часть</i>		
Bombardier Transportation	515	78
Kinki Sharyo	246	70
Siemens TS	218	30
AnsaldoBreda (Firena)	148	—
Alstom Transport	37	16
Stadler	13	—
<b>Итого</b>	<b>1 177</b>	<b>194</b>
<i>Электрическое оборудование</i>		
Bombardier Transportation	351	60
Vossloh Kiepe	323	—
В том числе с тяговыми двигателями:		
Elin	78	—
Alstom	176	—
Škoda	69	—
Alstom Transport	216	16
Siemens TS	148	30
AnsaldoBreda	48	—
Toshiba	24	18
Kinki Sharyo	67	70
<b>Итого</b>	<b>1 177</b>	<b>194</b>

для Аликанте (Испания), как правило, дороже. В США цены на вагоны также относительно выше, чем в Европе, что отражает более жесткие конструкционные требования и политику протекционизма для продукции, выпускаемой в Северной Америке (концепция *Buy America*).

### **Промежуточные секции для вагонов трамвая**

Хотя компания Alcan Altenrhein прекратила выпуск промежуточных секций GRP с низким уровнем пола, которые компания GBM в Миттенвальде (Германия) использовала для удлинения вагонов разных типов с высоким уровнем пола, от самой концепции не отказались. Alcan продала соответствующую технологию компании Variel AS в Зручнад-Сазавоу (Чехия), которая поставила GBM 10 таких секций для эксплуатирующихся в Таллине вагонов серии KT4D, так что общая их численность достигла 164 ед.

Администрация городского транспорта Далласа (США) планировала переделать вагоны постройки

Таблица 3

## Заказы на электрическое оборудование для вагонов трамвая с низким уровнем пола (по состоянию на 15 апреля 2004 г.)

Компания-поставщик	Всего	В том числе			
		импульсные прерыватели	преобразователи на тиристорах GTO	преобразователи на биполярных транзисторах	преобразователи на транзисторах IGBT
Bombardier Transportation	1574	—	—	—	264
В том числе на заводах:					
бывшей Adranz	358	—	—	—	358
бывшей ABB	577 <sup>1</sup>	69	—	382	126
бывшей AEG (Германия)	351	67	1	—	283
бывшей AEG (США)	24	—	24	—	—
Alstom Transport	939	—	—	—	—
В том числе на заводах:					
бывшей GEC Alsthom	689	162	51	—	456
Alstom (Париж)	145	—	—	—	145
Alstom (Нидерланды)	105	—	—	—	105
Siemens TS	831	14	276	—	541
Kiepe Elektrik <sup>2</sup>	361	—	127	—	219
AnsaldoBreda	280	54	—	—	226
Elin	205	—	—	—	205
Ingelectric	7	—	—	—	7
Итого	4197 <sup>1</sup>	366	479	382	2970

<sup>1</sup>Включая 46 вагонов со средним уровнем пола.<sup>2</sup>С тяговыми двигателями Alstom — 127 ед.; Skoda — 126 ед., Siemens — 51 ед.

Таблица 4

## Заказы на системные вагоны трамвая (по состоянию на 15 апреля 2004 г.)

Компания-изготовитель, город-заказчик	Семейство, серия	Объем заказов	Основные параметры					Срок поставки
			ширина колеи, мм	длина, м	ширина, мм	доля низкого пола, %	мощность, кВт	
<b>Alstom Transport</b>	Citadis	501	—	—	—	—	—	—
Монпелье	401	30	1435	40,9 В	2650	70	4×140 и 2×120	1999–2002
Орлеан	301	22	1435	29,9 В	2320	70	4×140	2000–2001
Дублин	301	26	1435	29,7 В	2400	70	4×140	2001–2002
Дублин	401	14	1435	40,9 В	2400	70	4×140 и 2×120	2003
Лион	302	47	1435	32,4 В	2400	100	4×120	2000–2002
Мельбурн	202А	36	1435	22,7 В	2650	100	4×100	2001–2002
Бордо	402	56	1435	43,9 В	2400	100	4×120	2002–2006
Бордо	302	14	1435	32,8 В	2400	100	4×120	2002–2006
Роттердам	302В	60	1435	31,2	2400	100	4×100	2002–2004
Барселона	302	37	1435	32,5 В	2650	100	4×120	2002–2004
Париж	302	26	1435	32,2 В	2400	100	4×120	2002–2004
Ла-Рошель	302	1	1435	32,4	2400	100	4×120	2001
Гренобль	402	35	1435	43,7 В	2400	100	4×120	2005–2006
Мюлуз	302	20	1435	32,5 В	2650	100	4×120	2005
Валенсия	302	21	1435	33,2 В	2400	100	4×120	2005
Страсбург	402С	35	1435	45,0	2400	100	6×120	2005–2006
Париж	402	21	1435	40,0 В	2650	100	6×120	2006
<b>Alstom Ferroviaria</b>	Cityway	70	—	—	—	—	—	—
Турин	«	49	1435	34,0 В	2400	100	12×41	2002–2003
Турин	«	6	1435	34,0 В	2400	100	12×41	2001
Мессина	«	15	1435	22,5 В	2400	100	8×41	2002
<b>Siemens</b>	Combino	481	—	—	—	—	—	—
Прототип	«	1	1435	26,5 В	2300	100	4×100	1996
Потсдам	«	16	1435	30,5	2300	100	4×100	1998–2001

Продолжение табл. 4

Компания-изготовитель, город-заказчик	Семейство, серия	Объем заказов	Основные параметры					Срок поставки
			ширина колеи, мм	длина, м	ширина, мм	доля низкого пола, %	мощность, кВт	
Аугсбург	Combino	41	1000	41,9	2300	100	6×100	2000–2004
Фрайбург	«	18	1000	42,0 В	2300	100	6×100	1999–2004
Базель	«	28	1000	42,9	2300	100	6×100	2000–2002
Хиросима	«	12	1435	30,5 В	2450	100	4×100	1999–2002
Эрфурт	«	7	1000	30,5	2300	100	4×100	2000
Эрфурт	«	29	1000	31,5	2300	100	4×100	2002–2005
Эрфурт	«	12	1000	20,0	2300	100	2×100	2002–2004
Нордхаузен	«	2	1000	19,1	2300	100	4×100	2000–2001
Нордхаузен	«	2	1000	20,0	2300	100	4×100	2002–2003
Нордхаузен	«	2	1000	20,0 В	2300	100	4×100	2002
Нордхаузен	«	3	1000	20,0 В	2300	100	4×100	2004
Амстердам	«	151	1435	29,2	2400	100	4×100	2001–2004
Амстердам	«	4	1435	29,2 В	2400	100	4×100	2002
Мельбурн	«	21	1435	29,9 В	2650	100	4×100	2002–2004
Мельбурн	«	38	1435	20,0 В	2650	100	4×100	2002–2003
Берн	«	15	1000	30,5	2300	100	4×100	2002–2004
Ульм	«	8	1000	30,8	2400	100	4×100	2003
Верона	«	22	1435	20,0 В	2300	100	4×100	2004
Познань	«	14	1435	29,2	2400	100	4×100	2004
Лиссабон	«	14	1435	33,0 В	2650	100	4×100	2005
Аликанте	«	10	1000	31,5 В	2400	100	4×100	2005
<b>AnsaldoBreda</b>	Sirio	226	–	–	–	–	–	–
Прототип	3C2	1	1445	17,5	2400	100	2×106	2002
Сассари	5C3	4	950	27,0 В	2400	100	4×106	2002
Милан	7C4	58	1445	35,0	2400	100	4×106	2002–2004
Неаполь	3C2	22	1445	18,5 В	2400	100	4×106	2004
Милан	5C3	35	1445	25,0	2400	100	4×106	2004–2005
Гётеборг	5C3	60	1435	29,4	2650	100	4×106	2004–2005
Афины	5C3	35	1435	32,0	2400	100	4×106	2004
Бергамо	5C3	14	1435	29,8 В	2400	100	4×106	2004
Флоренция	5C3	17	1435	31,7 В	2400	100	4×106	2005
<b>Bombardier Transportation</b>	Incentro	48	–	–	–	–	–	–
Нант	AT5/6L	33	1435	36,4 В	2400	100	8×45	2000–2001
Ноттингем	AT5/6	15	1435	33,0 В	2400	100	8×45	2003
<b>Bombardier Transportation</b>	LF 2000	136	–	–	–	–	–	–
Дессау	NGT6	10	1435	21,0	2300	45	4×85	2000–2001
Дрезден	NGT12 DD	24	1450	44,6	2300	56	8×85	2003
Галле	NGT6	30	1000	21,0	2300	45	4×85	2003–2004
Франкфурт-на-Майне	NGT8 S	60	1435	30,0 В	2400	62	4×95	2003–2004
Лейпциг	NGTXXL	12	1458	44,6	2300	56	8×85	2005
<b>Bombardier Transportation</b>	Cityrunner	121	–	–	–	–	–	–
Линц	«	21	900	40,0	2300	62 X	6×100	2001–2004
Лодзь	«	15	1000	29,5	2300	62 X	4×100	2001–2002
Эскишехир	«	18	1000	29,5	2300	62 X	4×100	2004
Женева	«	21	1000	42,0 В	2300	62 X	6×100	2004–2005
Брюссель	«	27	1435	31,9 В	2300	62 X	4×100	2004–2005
Брюссель	«	19	1435	43,2 В	2300	62 X	6×100	2005
Итого	«	1 583	–	–	–	–	–	–

Примечание. В – для движения в обоих направлениях; X – с рампами, дающими ощущение пола низкого уровня на всей площади.

Таблица 5

Заказы на системные вагоны облегченного рельсового транспорта со средним и низким уровнем пола (по состоянию на 15 апреля 2004 г.)

Компания-изготовитель, город-заказчик	Семейство, серия	Объем заказов	Основные параметры					Срок поставки
			ширина колеи, мм	длина, м	ширина, мм	доля низкого пола, %	мощность, кВт	
<b>Bombardier Transportation</b>	K-Type	83	—	—	—	—	—	—
Стокгольм	A 32	22	1435	29,7	2650	65	4×120	1999–2003
Гаага	A 321*	6	1435	29,7	2650	65	4×120	2003
Стамбул	«	55	1435	29,7	2650	65	4×110	2003–04
<b>Siemens TS</b>	Avanto	44	—	—	—	—	—	—
Хьюстон	S 70	18	1435	29,4	2650	60	4×140	2003
Сан-Диего	S 70	11	1435	29,4	2650	60	4×140	2004
SNCF	25 кВ/750 В	15	1435	36,4	2650	70	4×160	2004
<b>Alstom Transport</b>	RegioCieadis	37	—	—	—	—	—	—
Кассель	15 кВ/600В	18	1435	36,5	2650	67	4×150	2004–2005
Кассель	DE/600В**	10	1435	36,5	2650	67	4×150	2004–2005
Аликанте	Трамвай- поезд	9	1000	37,0	2550	Нет св.	6×140	2005
Итого		164	—	—	—	—	—	—

Примечания. Все вагоны — для движения в обоих направлениях.

\* Для эксплуатации на пилотной линии Rijn–Gouwe между Гаудой и Альпенем.

\*\* С комбинированным тяговым приводом.

компании Kinki Sharyo (рис. 3) путем вставки в них промежуточных секций длиной 9,4 м. В результате длина трехсекционного вагона должна увеличиться до 38,8 м. Такой перестройке подлежат 95 эксплуатируемых и 20 вновь заказанных вагонов, поставка которых намечена на 2005/2006 год (стоимость контракта 58 млн. дол.). Целью этой реконструкции является увеличение пассажироместности вагонов, в том числе за счет ликвидации подъемных устройств для инвалидов колясок: число мест в двух трехсекционных вагонах будет таким же, как и в трех двухсекционных.

Kinki Sharyo завершила разработку промежуточных секций серии С с кузовом из стекловолокна на стальной раме в 2002 г. и ввела первые секции в эксплуатацию в 2003 г. Секция имеет двери с обеих сторон, ступеньки в торцовых части салона ведут в концевые секции А и В с высоким уровнем пола. Одна из тележек под узлами сочленения промежуточной секции с концевыми, оставшаяся от прежней конструкции, — моторная, другая, новая, — поддерживающая.

### Вагоны с разным уровнем пола

AVG/VBK, транспортная администрация Карлсруэ (Германия), заказала компаниям Bombardier и Siemens еще четыре вагона серии GT8-100D/2SM (рис. 4) категории А2, охватывающей вагоны на двух

моторных и двух поддерживающих тележках. Вагоны будут собирать на заводе в Эрдингене с использованием кузовов, построенных в Дессау, и тележек, изготовленных в Зигене (все — Германия). Это позволит увеличить число двухсистемных вагонов типа трамвай — поезд, обслуживающих регион Карлсруэ, до 114 ед. (79 ед. со средним уровнем пола и 35 с высоким).

Транспортная администрация FGV провинции Валенсия (Испания) заказала испанскому подразделению компании Alstom девять вагонов типа трамвай — поезд, которые будут обслуживать участок Аликанте — Альтеа линии колеи 1000 мм Аликанте — Дения



Рис. 3. Вагон компании Kinki Sharyo в Далласе



Рис. 4. Вагон типа GT8 консорциума *Bombardier/Siemens* в Карлсруэ

(все — Испания), подлежащей электрификации на постоянном токе напряжением 750 В (а не 1,5 кВ). Эти вагоны по конструкции подобны построенным компанией *Bombardier* для Саарбрюккена (Германия): концевые секции опираются на центральный модуль с двумя тележками. В обеих концевых секциях часть площади пола имеет пониженный уровень.

Вагон с кузовом из стали имеет общую длину 36,5 м, ширину 2550 мм и опирается на четыре тележки с колесной базой 2000 мм. Три тележки моторные, диаметр их колес равен 720 мм, четвертая, поддерживающая, — с колесами диаметром 660 мм. Вагон рассчитан на сжимающую нагрузку порядка 600 кН и имеет массу 57,5 т, или 617 кг/м<sup>2</sup>. Шесть тяговых двигателей мощностью по 120 кВт обеспечивают удельную мощность 14 кВт/т. В вагоне 99 мест для сидения и 204 для пассажиров, едущих стоя. С каждой стороны концевых секций выполнены две двери с шириной проема 1300 мм. Высота пола входных площадок равна 400 мм, пола центральной сек-



Рис. 5. Вагон компании *Stadler* для транспортной администрации *Forchbahn*

ции и зон, расположенных над крайними тележками, — 800 мм. Максимальная скорость вагона установлена равной 100 км/ч. Строить вагоны намечено в Испании, электрооборудование тягового привода с преобразователями на транзисторах IGBT поставлять из Шарлеруа (Бельгия), асинхронные тяговые двигатели — из Орнана (Франция).

Компания *Stadler* впервые вышла на рынок подвижного состава трамвая и облегченных рельсовых систем, поставив партию вагонов (рис. 5) транспортной администрации *Forchbahn* (Швейцария), которая эксплуатирует линии метровой колеи, электрифицированные на постоянном токе напряжением 600 и 1200 В. Эти вагоны длиной 24 м и шириной 2400 мм будут эксплуатироваться в сцепе по два. Поезд из двух вагонов имеет массу 69,4 т, или 602 кг/м<sup>2</sup>, мощность его тяговых двигателей равна 800 кВт, или 11,5 кВт/т, максимальная скорость 80 км/ч. Вагоны оснащаются колесами диаметром 680 мм и пневматическим тормозом трамвайного типа.

### Инновации

Новые технические решения появились в категории В1, охватывающей подвижной состав на тележках с колесами небольшого диаметра. LFB, совместное предприятие транспортной администрации LVB и компании *Siemens*, управляющее работой трамвайных депо Лейпцига (Германия), построило два сочлененных вагона, по конструкции аналогичных вагонам серии *Ve4/6*, которые построил завод в Веве (Швейцария) в 1984 — 1988 гг.

LVB ранее осуществила модернизацию нескольких тележек вагонов серии T4 постройки компании *Tatra* (Чехия) с одинарным рессорным подвешиванием, колесной базой 1900 мм и колесами диаметром 700 мм. LFB взяло две такие тележки и установило на каждой оси тяговые двигатели переменного тока увеличенной до 65 кВт мощностью. Кроме того, была разработана новая промежуточная тележка на основе используемых под эксплуатируемыми 56 моторными и 38 прицепными вагонами серии NGT8 тележек с колесной базой 1600 мм и колесами особо малого (550 мм) диаметра.

В результате появился рассчитанный на движение в одном направлении сочлененный вагон трамвая, получивший название *Leoliner* (рис. 6). Длина вагона равна 21,8 м, ширина 2300 мм, масса 27 т, или 537 кг/м<sup>2</sup>. Головная секция вагона опирается на моторную тележку, хвостовая — на поддерживающую тележку с колесами малого диаметра и вторую моторную тележку. Два тяговых преобразователя на транзисторах IGBT и статический преобразователь вспомогательных нужд поставила компания *Vossloh Kiepe*.



Рис. 6. Вагон типа Leoliner

Высота пола над моторными тележками равна 900 мм, над промежуточной — 475 мм, в зоне расположения двух пар дверей с шириной проема 1200 мм она уменьшена до 350 мм. В зонах с высоким уровнем пола в головной и хвостовой секциях вагона также есть входные двери с шириной проема 1200 и 700 мм. Зоны вагона с разной высотой пола связаны ступеньками. В целом вагон имеет низко расположенный пол на половине площади салонов и входных площадок.

Leoliner рассматривается как малозатратный альтернативный вариант в категории вагонов длиной 20 м, в которой подвижной состав с низким уровнем пола, как правило, отличается высокой стоимостью. Такой вагон может заинтересовать города, где эксплуатируются трамваи на тележках типа Tatra, а также города в Польше, где с 1979 по 2003 г. введено в эксплуатацию не менее 3368 четырехосных вагонов серий 105N и 805N с аналогичными тележками типа В3.

Первый вагон Leoliner был показан в Лейпциге в декабре 2003 г. В случае успеха эксплуатационных испытаний LVB планировала заказать от 26 до 52 таких вагонов. Правление LFB намеревалось весной

2004 г. рассмотреть вопрос об организации нового сборочного производства по выпуску этих вагонов, хотя LVB отмечала, что к изготовлению вагонов Leoliner в кооперации с LFB уже проявляли интерес три другие компании-поставщика.

К категории В2 относятся сочлененные вагоны с моторными тележками обычной конструкции и промежуточными секциями на тележках с независимыми колесами. Начаты поставки вагонов производства консорциума Kinki Sharyo/Alstom с низким уровнем пола администрации городского транспорта Сан-Хосе для замены 29 вагонов с высоким уровнем пола выпуска 1986 – 1987 г. Последние проданы в Солт-Лейк-Сити по цене 652 тыс. дол. за каждый. На новой линии облегченного рельсового транспорта в Хьюстоне (все эти города — США), которая открылась в январе 2004 г., работают 18 вагонов серии S70 семейства Avanto (рис. 7), поставленных компанией Siemens.

Заказанные Национальным обществом железных дорог Франции (SNCF) 15 вагонов семейства Avanto для линии Оне — Бонди на восточной окраине Парижа имеют свои отличия. Узел сочленения с гофри-





Рис. 7. Вагон серии Avanto S70 компании Siemens в Хьюстоне

рованными стенками разработала компания Hübner, головную часть с убирающейся автосцепкой в виде единого модуля поставляет компания Scharfenberg. Окончательную сборку выполняет завод компании Lohr Industrie во Франции. В этом случае Siemens выступает как менеджер проекта, согласовывая поставки комплектующих изделий производства разных компаний.

Компания Bombardier начала поставки в Миннеаполис (США) 24 вагонов типа Swift, строящихся на заводах в Мексике и США. Это утяжеленная модификация вагонов серии K4000 (Swift K), уже эксплуатирующихся в Кёльне (Германия), Стокгольме, Стамбуле и Кройдоне (Великобритания).

Самый крупный в Германии заказ получен консорциумом Bombardier/Кiere на поставку в Кёльн 69 вагонов серии K4500 со средним уровнем пола (рис. 8). Эти вагоны внешне сходны с вагонами серии K4000 и могут работать с ними в составе одного поезда, но имеют другие размерные характеристики и оснащены установками кондиционирования воздуха.

Опыт Кёльна с вагонами серии K5000 развеял широко распространенное заблуждение, что можно



Рис. 8. Вагон серии K4500 консорциума Bombardier/Кiere в Кёльне

без проблем вводить в эксплуатацию подвижной состав, прошедший испытания на испытательной станции в Вене или на полигоне Siemens в Вильдентрате. Поэтому транспортная администрация города KVB оговорила предсерийную поставку пяти вагонов K4500 для полномасштабных эксплуатационных испытаний перед поступлением остальных заказанных единиц.

Власти Дортмунда (Германия) объявляли конкурс на поставку вагонов для городской железной дороги, но не нашли приемлемого варианта из предложенных. Вместо этого город приобрел в Бонне 15 вагонов постройки 1975 г., заменяемые там вагонами серии K5000. Подготовленные к эксплуатации в Бонне новые вагоны, оснащенные системой кондиционирования воздуха, стоят 600 тыс. евро каждый.

В конце 2003 г. транспортная администрация Финикса Valley Metro Rail (США) выбрала фирму Kinki Sharyo в качестве поставщика 36 вагонов с частично низким уровнем пола (с опцией приобретения еще 39 вагонов). Администрация Сиэтла Sound Transit (также США) отдала предпочтение этой же компании в плане поставки 31 вагона и такого же числа вагонов в последующем. Эти вагоны, в основном подобные строящимся для Сан-Хосе, будут в соответствии с концепцией Ву Америка собраны в Аризоне и Вашингтоне из комплектующих изделий, поставленных из Японии. Данные заказы усиливают доминирующее положение компании Kinki Sharyo в США, где число построенных ею вагонов с низким уровнем пола достигло 246 ед. В то же время в Шарлотте (штат Северная Каролина) предпочтение отдала компании Siemens в качестве поставщика 16 вагонов семейства Avanto с частично пониженным уровнем пола (с возможностью заказа в дальнейшем еще 25 ед.). Эти вагоны будут иметь длину 27,8 м, ширину 2650 мм, массу 44,2 т (613 кг/м<sup>2</sup>) и стоить каждый 3,3 млн. дол. (36,5 тыс. дол./м<sup>2</sup>).

#### Вагоны с несколькими узлами сочленения

К категории В2А относятся вагоны с несколькими узлами сочленения, со средним уровнем пола над моторными тележками и низким над поддерживающими. Транспортная администрация De Lijn (Бельгия) заказала 39 таких вагонов компаниям Siemens и Bombardier (в дальнейшем предусмотрено довести число этих вагонов до 47 ед.). Ожидаемое увеличение интенсивности движения в связи с реконструкцией кольцевой автомобильной дороги вокруг Антверпена обусловило дополнительный заказ еще на 10 вагонов.

Завершены поставки разных модификаций вагонов трамвая типа Variotram (рис. 9) для четырех компаний-операторов, обслуживающих регион Рейн —

Таблица 6

## Стоимость вагонов трамвая и облегченного рельсового транспорта, поставленных в 2003 – 2004 гг.

Город-заказчик	Семейство, серия	Объем основного заказа	Объем дополнительного заказа	Длина, м	Ширина, мм	Цена, млн. евро	Цена 1 кв. м, евро
<i>Вагоны трамвая</i>							
Париж	Citadis 402	21	49	40,0 В	2650	2,58	24 393
Цюрих	Cobra	68	22	35,9	2400	2,23	25 922
Страсбург	Citadis 402С	32	12	45,0 В	2400	2,81	25 987
Брюссель	Cityrunner	19	10	43,2 В	2300	2,08	26 096
Брюссель	Cityrunner	27	10	31,9 В	2300	2,40	28 295
Дюссельдорф	NF8	15	61	30,0 В	2400	2,07	29 703
Будапешт	NF12	40	–	53,0	2400	3,75	29 484
Лейпциг	NGTXXL	12	12	44,6	2300	3,33	32 517
Аликанте	Combino	10	–	31,5 В	2400	2,70	35 715
Севиля	(CAF/Elin)	17	–	31,3	2560	2,74	33 031
<i>Вагоны облегченного рельсового транспорта</i>							
Карлсруэ	GT6-70D/N	15	–	28,7	2650	2,03	26 736
Лос-Анджелес	P 2550	50	100	27,0 В	2650	3,0	41 920
Финикс	«	36	39	27,4 В	2650	3,19	43 988
Сиэтл	«	31	31	29,0 В	2650	3,5	45 950
Аликанте	Трамвай-поезд	9	–	37,0 В	2550	5,1	54 583

Примечание. В — для движения в обоих направлениях.

Неккар (Германия). Эти вагоны отличаются хорошими ходовыми характеристиками и относительной невысоким уровнем шума при движении.

В категории В8 компания Bombardier продала 252 построенных на заводе в Баутцене (Германия) вагонов с кузовами из коррозионностойкой стали, при изготовлении которых использовались лазерная резка и точечная сварка. Из них 136 вагонов можно характеризовать как системные. В Кассель поставлены 22 вагона с одной кабиной управления и 10 с двумя, в Эссен — 34, в Шверин — 30, в Бремен — 20 вагонов. Bombardier присвоила этим вагонам типовое название Classic. На вагоны серии LF2000 получены заказы транспортных администраций Дессау (10 ед.), Галле (30), Дрездена (24), Лейпцига (12) и Франкфурта-на-Майне (60 ед.; все эти города — Германия). К ним можно добавить еще 26 аналогичных, но причисляемых к категории В2 вагонов для Кракова (Польша).

Вагоны в Лейпциге и Дрездене (рис. 10) длиной 44,57 м — самые длинные из эксплуатируемых в настоящее время. По сути, это удлиненная модификация вагона типа Cobra. Ведущие секции вагона опираются на тележки, часть из которых моторные, между этими секциями помещены консольно опирающиеся на них бесколесные секции с переходными устройствами компании Hübner, стандартными для таких вагонов.

Дрезденские вагоны серии DD12 являются дальнейшей модернизацией ранее выпускавшихся вагонов DD6 и DD8, относящихся к категории В2А. У новых вагонов пол находится на высоте 365 мм в зоне входных дверей, в средней части над поддерживающей тележкой и в зонах сочленения. Над моторными тележками высота пола 598 мм. Пять дверей с шириной проема 1400 мм обеспечивают отношение общей ширины дверей к длине вагона, равное 155 мм/м. Колесная база тележек равна 1800 мм, диаметр колес 600 или 520 мм.



Рис. 9. Вагон типа Variotram



Рис. 10. Вагон серии DD12 компании Bombardier в Дрездене

Восемь тяговых двигателей мощностью 85 кВт с опорно-рамным подвешиванием получают питание через два преобразователя Duo с воздушным охлаждением, каждый из которых питает два двигателя одной тележки. Вагон DD12 оснащен системой принудительной вентиляции, имеет систему управления Mitrac и статический преобразователь собственных нужд FAGA. В вагоне 107 мест для сидения и 153 для стоящих пассажиров (из расчета 4 чел./м<sup>2</sup> площади пола). Вагон обладает отличными ходовыми характеристиками и малошумен при движении. Подобный вагон XXL (для Лейпцига) имеет ширину 2200 мм в зонах входных площадок в соответствии с размерами существующих посадочных платформ.

В 2003 г. начаты поставки во Франкфурт-на-Майне 60 восьмиосных вагонов, которые представляют собой более комфортабельный вариант вагонов, работающих в Касселе. В новом вагоне три двери, отношение общей ширины дверных проемов к длине вагона равно 152 мм/м, предусмотрены кон-



Рис. 11. Вагон серии NF10 консорциума Siemens/Киепе в Дюссельдорфе

диционирование воздуха, оконные проемы с двойным остеклением, информационная система на базе спутниковой связи. Длина вагона 30,3 м, ширина 2400 мм. Высота пола салонов между дверями равна 370 мм, над моторными тележками 580 мм.

Четыре тяговых электродвигателя мощностью 100 кВт производства компании VEM получают питание от двух пар преобразователей Duo, при этом каждый преобразователь питает один тяговый двигатель. Два статических преобразователя Transtechnik предназначены для питания различных бортовых систем. Так же как и в Дрездене, уровень шума при движении этих вагонов со скоростью 70 км/ч по пути на балласте, находящемся в удовлетворительном состоянии, не превышает 71 дБ(А).

Такие вагоны представляют важный сегмент рынка. Для все большего числа заказчиков, сомневающих в возможностях вписывания в кривые сочлененных вагонов с низким уровнем пола на всей площади салонов, подвижной состав типа LF2000 представляет альтернативу с хорошими ходовыми характеристиками, сравнимыми с характеристиками традиционного трамвая.

#### Вагоны с низким уровнем пола на всей площади

Типичными для этой категории являются вагоны семейства GTxN, которых к настоящему времени построено 461 ед. по проекту компании MAN.

В Японии такие вагоны строит компания Niigata Engineering (Ниигата). Транспортная администрация г. Такаока заказала шесть вагонов серии GT4N-K Minicentro, предназначенных для движения по линиям колеи 1067 мм.

Эти вагоны внешне похожи на вагоны типа Мото, поставляемые в Окаяму, но отличаются более простой отделкой салона. Их изготовление начато в декабре 2003 г. с использованием ряда комплектующих компании Bombardier. Заинтересованность в приобретении вагонов GT4N-K проявили власти нескольких городов страны, в том числе Кумамото.

От трех до 19 вагонов серии GT8N-2 предполагал приобрести Мюнхен (Германия). Если будет заключен контракт на их поставку, вагоны построит завод в Баутцене с использованием тележек из Зигена.

Siemens/Kiepe продолжает выпуск вагонов семейства NF. Для городской железной дороги Rheinbahn в Дюссельдорфе изготовлены 36 вагонов серии NF10 (рис. 11) и 15 серии NF8. Получившие название Felzino, эти вагоны с кузовами из алюминиевого сплава Alcan имеют ширину 2400 мм, характеризуются скошенными у торцов боковыми стенками и наличием крайних поддерживающих

тележек с колесами малого диаметра и моторных тележек типа Combino. По получении первой партии Rheinbahn заказала еще 15 вагонов NF8 для движения в обоих направлениях. Эти вагоны пригодны для эксплуатации на тоннельных участках и снабжены сцепными устройствами типа Albert, позволяющими соединять несколько вагонов в один состав. Предусмотрено довести общую численность парка до 76 ед.

Транспортное предприятие BVK Будапешта заказало 40 вагонов серии NF12. Эти двенадцатиосные сочлененные вагоны будут иметь длину 53 м и, таким образом, станут самыми длинными из когда-либо построенных в мире. Более детальных сведений о массогабаритных характеристиках вагонов пока нет.

В июле 2003 г. транспортная администрация VBZ Цюриха (Швейцария) подтвердила заказ на приобретение 68 дополнительных вагонов типа Cobra постройки консорциума Bombardier/Alstom. Контракт был окончательно подписан в октябре 2003 г., но согласованная еще в 1996 г. цена каждого вагона увеличена на 10 % и составила 3,4 млн. швейц. фр. Из общей стоимости заказа 233 млн. фр. на долю Bombardier приходится 190 млн., остальное причитается Alstom за изготовление тележек. Поставки запланированы на 2005 – 2009 гг.

Дальнейшие заказы на вагоны Cobra представляются маловероятными, возможен лишь заказ компании-оператора Verkehrsbetriebe Glattal, обслуживаемые которой линии имеют выход на сеть VBZ в Эрликоне. Начиная с 1996 г. все другие крупные операторы, обслуживающие линии метрополитенской железной дороги, выбирали для себя другие варианты. Сделка для Цюриха была, помимо прочего, ускорена в 1999 г. угрозами со стороны бывшей компании Adtranz закрыть завод в Праттельне. Тогда VBZ увеличила свой заказ с основных шести и опционных 11 вагонов до 75 ед. При этом во избежание закрытия завода 63 вагона были заказаны как одна партия. К сожалению, компания Bombardier Transportation, преемник Adtranz, подтвердила намерение закрыть этот завод к концу 2005 г., так что сборка заказанных вагонов будет выполнена в Вильнёве.

После поставки некоторого числа вагонов с частично (на 70 % площади) низким полом компания CAF вышла и на рынок вагонов с низким уровнем пола на всей площади салонов, получив заказ на 17 вагонов для Севильи (Испания). Эти вагоны с двумя кабинами управления будут иметь длину 31,2 м, ширину 2650 мм; высота пола на большей части площади салона равна 350 мм и снижается до 300 мм в зоне входа. Кузова предусмотрено изготовить из нержавеющей стали, рамы — из высокопрочной низколегированной стали.

Моторными являются концевые тележки с колесной базой 1800 мм и колесами диаметром 590 мм. На



Рис. 12. Вагон семейства Citadis компании Alstom в Париже

раме каждой тележки продольно подвешены питаемые от преобразователей компании Elin два тяговых двигателя мощностью 79 кВт в едином корпусе; передача крутящего момента от двигателя на одно из колес осуществляется через конический гипоидный редуктор. В первичном подвешивании используются резиносталевые элементы, во вторичном — стальные пружины. Все колеса снабжены дисковыми тормозами. Два вспомогательных преобразователя мощностью 64 кВт обслуживают систему кондиционирования воздуха в салонах и кабинах управления. В каждом вагоне имеется 54 места для сидения и 146 для пассажиров, едущих стоя. Максимальная осевая нагрузка вагона равна 12 т.

### Вагоны компании Alstom

Вагоны семейства Citadis (рис. 12) компании Alstom Transport лидируют в группе системных. Число проданных и заказанных вагонов семейства достигло 521 ед. (при подготовке данной статьи поступило сообщение о новом заказе на 20 вагонов Citadis 302 стоимостью 50 млн. евро для транспортной системы острова Г Teneriffe; в соответствующую таблицу этот заказ не включен).

В 2003 г. компания Alstom Transport выиграла тендер на поставку транспортному управлению Парижа RATP первой партии из 21 вагона серии Citadis 402 шириной 2650 мм в рамках заказа 70 вагонов для новых трамвайных линий в пригородах французской столицы. Администрация Валансьена изменила заказ на вагоны шириной 2400 мм: вместо 17 ед. серии Citadis 301 будет построена 21 ед. серии Citadis 302 с увеличенной на 4 м длиной. Транспортная администрация Страсбура заказала 35 вагонов новой усовершенствованной модели Citadis 402С (оба города — Франция).



Рис. 13. Вагон серии Citadis 302 на участке линии трамвая без контактной сети

Пока нет дополнительной официальной информации по сделанному в декабре 2002 г. заказу на 69 вагонов серии Citadis 202A для Иерусалима (Израиль), идентичных вагонам длиной 22,5 м, работающим в Мельбурне (Австралия).

Все вагоны семейства Citadis с низким уровнем пола на всей площади салонов, рассчитанные на сжимающую нагрузку 200 кН, можно разделить на четыре базовые модели:

- Citadis 302 и 402 шириной соответственно 2400 и 2650 мм с высотой пола 350 мм. Построено 280 ед. Под вагонами используются три или четыре тележки типа *Aprège* с колесной базой 600 мм и колесами диаметром 590 мм. Тяговые двигатели имеют мощность 120 кВт. Построенные для RATP 26 вагонов Citadis 302 рассчитаны на сжимающую нагрузку 400 кН;

- Citadis 202A. Построено 36 вагонов для компании-оператора *Yarra Trams* (Мельбурн). Вагон шириной 2650 мм с высотой пола 360 мм имеет кузов прямоугольного сечения без скруглений в верхней части и две тележки типа *Solfège* с первичным подвешиванием, колесной базой 1850 мм и колесами диаметром 610 мм. Тяговые двигатели имеют мощность 105 кВт;

- Citadis 302B. По реализации заказа для Роттердама общее число таких вагонов достигнет 60 ед. Вагон шириной 2400 мм с высотой пола 360 мм имеет три тележки типа *Corrège* с колесной базой 1870 мм и колесами диаметром 610 мм. Тяговые двигатели мощностью 100 кВт имеют привод на внешние колесные пары;

- Citadis 402C. Заказанные для Страсбура вагоны будут иметь длину 45 м и ширину 2400 мм по аналогии с вагонами семейства NF. Во многих отношениях эта модель соответствует классическому пятисекционному варианту Citadis 402 с шестью тяговыми электродвигателями мощностью 120 кВт; отличительную ее особенность составляет наличие с обоих

концов дополнительных модулей, опирающихся на тележки специальной конструкции с колесной базой 1200 мм и колесами весьма малого (410 мм) диаметра. В вагоне 76 мест для сидения и 224 для пассажиров, едущих стоя. Alstom первоначально предложила для Страсбура итальянский вариант вагона Cityway, но городские власти отдали предпочтение варианту NF.

Всего заказан 501 вагон семейства Citadis, из них 92 ед. принадлежат к сериям 301 и 401 для Монпелье, Орлеана (оба — Франция) и Дублина, остальные 313 ед. — к сериям 302 и 402. Последние имеют сочлененные тележки без первичного подвешивания, но их колеса снабжены упругими промежуточными элементами. Такая конструкция предъявляет особые требования к состоянию колес, верхнего строения пути и оптимальному шлифованию рельсов. Лион (Франция) был первым городом, начавшим эксплуатацию вагонов Citadis 302, и нареканий до сих пор не было.

Вторым городом Франции, заказавшим вагоны Citadis 302, стал Бордо, но здесь возникли проблемы, связанные с выбором системы электроснабжения APS с питанием от контактного рельса на участках линии, проходящих в историческом центре города, где сооружение контактной сети не было разрешено (рис. 13). Учитывая тот факт, что контактная сеть во Франции в целом отличается облегченной конструкцией в силу наличия большого числа тяговых подстанций, выбор такой сложной системы представляется не совсем оправданным. Сущность проблем состоит в том, что на участках с питанием от контактного рельса попадание под вагон посторонних предметов вызывает короткое замыкание. Все это обусловило необходимость в замене всех 980 секционных переключателей контактного рельса, что в свою очередь привело к задержке открытия линий В и С.

Опыты компании *Bombardier* с конденсаторами повышенной емкости показали, что их использование в качестве резервного питания на участках небольшой протяженности без контактной сети более предпочтительно. К тому же, когда власти Ниццы (Франция) также обнародовали планы закупки 20 вагонов Citadis 302 стоимостью 2,85 млн. евро каждый, они отметили необходимость оснащения этих вагонов никелевыми аккумуляторными батареями большой емкости для движения по двум городским площадям, где отсутствует контактная воздушная сеть.

Эксплуатационные испытания вагонов Citadis 302 начаты в Барселоне (Испания). В Роттердаме вагоны Citadis 302B работают с августа 2003 г., они хорошо приняты пассажирами. Один из вагонов планировали оборудовать маховиковым накопителем энергии ССМ для сокращения расхода электроэнергии.

### Вагоны компании Siemens

Несмотря на возникшие в последнее время технические проблемы, Siemens TS имеет заказы на поставки 481 вагона семейства Combino и 106 семейства NF, т. е. в общем на 587 вагонов, из которых 400 ед. уже поставлены заказчиком. Самый последний заказ поступил от администрации FGV на 10 вагонов для Аликанте. Начаты поставки пятисекционных вагонов в Мельбурн. В Амстердаме введены в эксплуатацию более 100 вагонов Combino, что позволило вывести из эксплуатации вагоны компании Schindler постройки 1960-х годов. Восемь Combino получил Ульм (Германия). Состоялся ряд презентаций вагонов семейства Combino, в том числе в Гмюнде (Австрия) и Гаосюне (Тайвань, Китай).

Начиная с мая 2004 г. три трехсекционных вагона Combino Duo с комбинированным тяговым приводом, т. е. оснащенных дополнительным дизель-генератором (рис. 14), работают в Нордхаузене. Получено разрешение Федерального бюро железных дорог Германии (EVA) на их эксплуатацию на линии HSB, идущей в Ильфельд.

### Вагоны компании Bombardier

Отделение Bombardier Transportation в Австрии, владеющее 26 % акций компании Elin EBG Traction, разработало вагон нового типа, сначала получивший название Cityrunner, а затем включенный в семейство Flexity под названием Outlook C. Эти вагоны шириной 2300 мм ориентированы прежде всего на эксплуатацию в городах Австрии и представляют реализацию концепции подвижного состава с низким уровнем пола и ходовой частью традиционной конструкции. Первый заказ от транспортной администрации Линца (Австрия) включал 21 вагон длиной 40 м для линий колеи 900 мм (рис. 15). В рамках следующего заказа в Лодзь (Польша) были поставлены 15 вагонов длиной 30 м для линий метровой колеи. Все эти вагоны успешно введены в эксплуатацию.

Партия из 18 вагонов Cityrunner заказана для Эскишехира (Турция). По конструкции они аналогичны вагонам, работающим в Лодзи, но имеют тяговое оборудование Bombardier с воздушным охлаждением и двигатели компании VEM. Эти вагоны были испытаны на воздействие сжимающей нагрузки 400 кН. Первый из них проходил ходовые испытания на линии компании OEG между Мангеймом и Эдингеном и показал хорошие ходовые характеристики. При движении со скоростью 70 км/ч по пути на балласте уровень шума в салоне вагона не превышал 71 дБ(А). Этому способствовало также применение межсекционных переходов компании Hübner с двойными гофрированными стенками. Эффективное первичное



Рис. 14. Вагон Combino Duo компании Siemens с комбинированным тяговым приводом на неэлектрифицированной линии

подвешивание и спокойный ход поддерживающих тележек при движении по прямому пути обеспечивают вагону такие же ходовые параметры, как и в случае вагона на тележках классического типа. Полная масса вагона равна 34 т, или 501 кг/м<sup>2</sup>.

Транспортное предприятие TPG Женевы (Швейцария) в целях увеличения пассажироместимости эксплуатируемого парка заказало 21 вагон длиной 42 м, рассчитанные на движение в обоих направлениях, а также арендовало в Лодзи два вагона длиной 30 м, чтобы получить представление об эксплуатационных характеристиках подвижного состава Cityrunner. Bombardier получила также заказ из Брюсселя на две партии вагонов серии T3000 для движения в обоих направлениях. В заказ включены 27 вагонов длиной 31,8 м и массой 37,9 т и 19 вагонов длиной 43 м и массой 51,1 т (удельная масса в обоих случаях составляет 518 кг/м<sup>2</sup>).

Власти Нанта (Франция) заказали 10 дополнительных вагонов типа Incentro, которые будут по-



Рис. 15. Вагон типа Cityrunner компании Bombardier в Линце



Таблица 7

Вагоны семейства Sirio

Город-заказчик	Число	Характеристика			Год поставки
		осевая формула	длина и ширина, м	общая вместимость, чел.	
Неаполь	22	2-В <sub>0</sub>	19,45×2,3	114	2003
Милан	35	В <sub>0</sub> -2-В <sub>0</sub>	24,65×2,4	150	2003
Сассари	4	В <sub>0</sub> -2-В <sub>0</sub>	27,12×2,4	151	2002
Гётеборг	40	В <sub>0</sub> -2-В <sub>0</sub>	29,35×2,65	189	2003
Бергамо	14	В <sub>0</sub> -2-В <sub>0</sub>	32,0×2,4	221	2004
Флоренция	17	В <sub>0</sub> -2-В <sub>0</sub>	31,9×2,4	177	2005
Афины	35	В <sub>0</sub> -2-В <sub>0</sub>	32,3×2,4	185	2003
Милан	58	В <sub>0</sub> -2-2-В <sub>0</sub>	35,35×2,4	213	2002

строены на заводах в Баутцене, Зигене и Мангейме. С учетом ранее заказанных транспортной администрацией Ноттингема (Великобритания) 38 вагонов общая численность подвижного состава данного типа достигнет 48 ед.

Регулярная эксплуатация вагонов Incentro в Ноттингеме начата в марте 2004 г. после продолжительного периода испытаний и обучения водителей, в течение которого эти привлекательные, с точки зрения пассажиров, вагоны подтвердили свои высокие ходовые качества. В принципе эти вагоны шириной 2400 мм идентичны эксплуатируемым в Нанте, но их бесколесные промежуточные секции короче на 1700 мм, что обеспечивает длину вагона, равную 33 м. Тяговая передача компании Flender состоит из двух степеней: конической для приведения колесной пары во вращение и цилиндрической, служащей в качестве промежуточной связи между тяговым двигателем и конической ступенью передач.

Эксплуатируемые в Ноттингеме вагоны имеют 54 обычных и 8 откидных мест для сидения, а также 143

места для стоящих пассажиров (из расчета 4 чел./м<sup>2</sup>). Масса вагона 39,2 т, или 495 кг/м<sup>2</sup>. Окончательная сборка вагонов выполняется в Дерби (Великобритания), кузова для них поступают из Амадоры (Португалия), тележки — из Зигена, тяговые двигатели — из Винер-Нойдорфа (Австрия), преобразователи — из Мангейма.

Компания Changchun Railway Vehicles (Китай) заказала заводу Bombardier в Зигене 360 тележек Incentro стоимостью 37 млн. евро для 120 вагонов собственного производства. Эти вагоны с низким уровнем пола предназначены для новых линий в Чанчуне и Тяньцзине (оба — Китай). Тяговое электрооборудование для 20 первых вагонов поставит завод Bombardier в Мангейме, поставщиком оборудования для остальных вагонов будет совместное предприятие Bombardier и ряда китайских компаний. Для работы в тяжелых условиях под вагонами шириной 2650 мм лучше подходят тележки с рамами из литой стали, в то же время поставки европейских тележек для вагонов, спроектированных и выпускаемых в Китае, могут положить начало интересной тенденции.

**Вагоны AnsaldoBreda**

Компания AnsaldoBreda (Италия) имела заказы на поставки 225 вагонов семейства Sirio (табл. 7). Более высокий приоритет заказа для Афин, приуроченный к проведению летних Олимпийских игр 2004 г., имел следствием задержку поставок в другие города, в том числе в Гётеборг (Швеция) для замены вагонов ранней постройки.

Все другие заказы получены из городов Италии, включая Милан и Неаполь, где функционируют разветвленные сети линий трамвая. Транспортная администрация Милана приобрела 58 вагонов большей (рис. 16) и 35 вагонов меньшей длины, власти Неаполя получили 22 вагона. Подвижной состав Sirio будет так-

же работать на вновь строящихся линиях в Сассари (4 ед.), Бергамо (14 ед.) и Флоренции (17 ед.). В Неаполе проходил испытания опытный вагон, оснащенный дополнительной системой токосъема с контактного рельса Stream.

Для вагонов семейства Sirio характерна высокая степень модульности конструкции. Каждая секция вагона имеет только одну входную дверь, за исключением вагонов, которые эксплуатируются в Гётеборге. Вагоны во Флоренции и Афинах имеют по две двери в каждой бесколесной секции и по одной в других секциях.



Рис. 16. Вагон типа Sirio компании AnsaldoBreda в Милане

## Перспективы

Перспективы сохранения выпуска вагонов городского рельсового транспорта на уровне 500 ед. в год остаются неопределенными. Одним из самых больших изменений на рынке является то, что власти федеральных земель Германии намерены прекратить субсидирование покупки подвижного состава этого вида.

В настоящее время субсидии варьируются в пределах от 50 до 85 % стоимости заказа, так что в будущем компании-операторы могут столкнуться с необходимостью полной оплаты новых приобретаемых вагонов. Подобно этому власти Франции планировали отказаться от предоставления грантов на строительство новых линий городского рельсового транспорта облегченного типа.

Вместе с тем высока вероятность заказов из Дортмунда и Бохума (оба — Германия), где транспортные администрации намеревались заменить вагоны серии М и N городской железной дороги, которые находятся в эксплуатации более 25 лет. Компании-операторы региона Рейн-Неккар удовлетворены работой своих новых вагонов Variotram, но неясно, смогут ли они профинансировать приобретение остальных 54 вагонов, заказанных ранее.

В обозримом будущем ожидается открытие ряда новых линий трамвая, подвижной состав для которых еще не заказан, включая строящиеся в городах Глаталь (Швейцария), Марсель, Ле-Ман и Анже (все — Франция), Палермо (Италия) и Иерусалим. Планируется строительство линий в продолжение действующих в Монпелье, Лионе и Берне, что также потребует дополнительных поставок подвижного состава.

В следующие несколько лет могут появиться и новые системы регионального рельсового транспорта облегченного типа, включая Randstad Rail (реконструкция линии Zoetermeer), Rijn-Gouwe в Лейдене (Нидерланды), а также в Лидсе, Портсмуте (оба — Великобритания) и Тель-Авиве. Только программа развития рельсового транспорта Манчестера (Великобритания) потребует закупки более чем 50 новых вагонов, Саарбрюккена — не менее 16 вагонов. Власти таких городов, как Страсбург, Мюлуз, Гренобль (все — Франция), Росток, Брауншвайг (оба — Германия) и Люксембург, поддерживали планы создания сетей комбинированных сообщений типа трамвай — поезд.

Несомненно, что усилится давление на рынок облегченного подвижного состава со стороны локальных и инновационных проектов типа Leoliner.

*H. Hondius. Metro Report, 2004, p. 53 – 61.*

# Инвестиционные программы DB Netz в сфере систем СЦБ

*На железных дорогах Германии масштаб инвестиций составляет миллиарды евро ежегодно, что требует наличия эффективных подходов к экономному расходованию средств. Обязательным условием для этого являются централизованные управление и контроль за инвестиционными проектами. Близкие по содержанию проекты, например по внедрению новых систем централизации, объединяются в программы, что позволяет стандартизованно применять единую стратегию в отношении инфраструктуры, инвестиций и технических решений для всех проектов одной программы.*

## Управление проектами и программами

На железных дорогах Германии (DBAG) применяются современные методы управления проектами, которые охватывают всю совокупность задач по руко-

водству, использованию финансовых средств и организации, необходимых для успешной реализации проекта. Вместе с тем из-за высокого уровня сложности и большого числа проектов возникает необходимость в их объединении в инвестиционные программы.

Управление инвестиционной программой (т. е. одновременно несколькими проектами) предусматривает как координацию технических и организационных мероприятий между несколькими схожими по содержанию проектами, так и задание общей стратегии для всех проектов программы. Особое внимание уделяется при этом календарному планированию и логистике запчастей.

## Программы DB Netz

Компания DB Netz, являющаяся оператором инфраструктуры железных дорог Германии, реализует ряд инвестиционных программ, управление кото-