

Внедрение новых конструкций безбалластного пути

Наилучшей предпосылкой для максимально полного и длительного использования новой железнодорожной линии Нюрнберг — Ингольштадт в рамках трансъевропейской транспортной сети (TEN) при скорости движения поездов до 300 км/ч является применение безбалластного пути. С 2003 по 2005 г. были выполнены все работы по проектированию и строительству линии, в 2006 г. она введена в эксплуатацию.

Утвержденный в середине 1998 г. план строительства новой высокоскоростной линии Нюрнберг — Ингольштадт — Мюнхен предусматривал использование на ней безбалластного пути.

Положительный опыт укладки пути на плитном основании, накопленный железными дорогами Германии (DBAG), особенно на новой линии Ганновер — Берлин, позволил компании DB Netz, являющейся инфраструктурным звеном в холдинге DBAG, внести изменения в планы строительства участка Нюрнберг — Ингольштадт и выдать разрешение на укладку безбалластного пути.

Трассировка новой линии

К югу от Нюрнберга трасса новой линии после разветвления идет на протяжении 37 км по прямой через холмистую местность в основном параллельно федеральной автомагистрали А9. Оптимальный выбор трассы позволил минимизировать площади отвода, необходимые для этой линии. Для вписывания трассы в ландшафт были сооружены дамбы высотой до 16 м, выемки глубиной до 17,5 м, новые тоннели, а также 118 железнодорожных мостов рамной конструкции и семь многопролетных мостов длиной до 168 м (мост через Дунай в Ингольштадте).

На примыкающем с севера перегоне Фишбах — Фойхт плитное основание пути системы Rheda бы-

ло готово еще осенью 2003 г. На северном участке линии длиной 35 км сооружены два тоннеля длиной 2,3 и 1,3 км. Средний и южный участки общей длиной 36 км пересекают горы Франконская Юра. Здесь предложено шесть тоннелей длиной от 650 м до 7,7 км.

На высокоскоростных участках, предназначенных для поездов ICE, следующих со скоростью до 300 км/ч, радиус кривых составляет 4085 м, максимальный уклон равен 20 ‰. Такой уклон позволяет использовать линию и для грузовых перевозок. Для легких грузовых поездов установлена максимальная скорость 160 км/ч.

На южном конце линии, где перед Ингольштадтом примыкают второстепенные линии, построен тоннель длиной 1258 м. На этом участке, сооруженном в апреле 2002 г., применено плитное основание системы Rheda на лотках и с моноблочными шпалами.

Начиная от Нюрнберга допустимая скорость по основному и примыкающему путям ступенчато возрастает от 130 до 300 км/ч, на северном, среднем и южном участках основного хода она составляет 300 км/ч и в пределах узла Ингольштадт вновь ступенчато снижается с 300 до 130 км/ч. На новой линии расположены две станции обгона (Аллерсберг и Киндинг). Здесь уложены стрелочные переводы типа МСЖД 60–2500–1:28,5 для высокоскоростного движения, допус-

кающие скорость перехода на ответвление 130 км/ч, и переводы типа МСЖД 60–1200–1:18,5 с допустимой скоростью движения на ответвление 100 км/ч. Для сквозного движения на всех стрелочных переводах установлена скорость 300 км/ч.

Для обеспечения скоростного режима, определяемого планом эксплуатации линии, трассы участков с разрешенной максимальной скоростью 300 км/ч имеют максимальное возвышение рельса 160 мм при недостатке возвышения 100 мм для скорости 300 км/ч и избытке возвышения до 132 мм для скорости 100 км/ч.

Функции проектного центра в Нюрнберге и типы плитного основания

Проектный центр в Нюрнберге (PZ), относящийся к компании DB Projektbau, которая, в свою очередь, входит в состав холдинга железных дорог Германии (DBAG), на этапах планирования, проектирования, строительства и ввода линии в эксплуатацию выполнял руководящие функции по поручению инфраструктурной компании DB Netz холдинга DBAG.

В начале 2003 г. была организована бригада проектировщиков, которая контролировала укладку и качество плитного основания на всей линии. Эта бригада отвечала также за соблюдение установленных сроков завершения строительства многочисленных объектов и координацию производственных мощностей.

Контроль за строительством и качеством пути на плитном основании на всех участках выполняли привлеченные специалисты в этой области, входящие в состав бригады. Они также оказывали консуль-

Параметр	Участок					
	Фишбах — Фойхт	Север	Середина	Юг	Тоннель Ауди	Общая длина, км
Длина участка, км	2,1	35	18,4	17,6	2	75,1
Доля прямых на участке и линии в целом, %	27,7	54,5	58,0	12,8	12,8	46,5
Доля переходных кривых на участке и линии в целом, %	53,3	22,5	32,2	45,5	38,7	31,6
Длина тоннелей, м (доля на участке и линии, %)	–	3628 (10,4)	15 610 (84,8)	6 534 (37,1)	1258 (63)	27 030 (34)
Число стрелочных переводов на участках с путем на плитном основании		12	8			20
Тип пути на плитном основании	Rheda 2000	Bögl	Rheda 2000		Rheda на лотках	

тативные услуги центру PZ по всем техническим вопросам строительства безбалластного пути.

Проектный центр большое внимание уделял использованию опыта строительства других линий, особенно Кёльн — Рейн/Майн. Вместе с подрядными организациями он активно участвовал в управлении качеством, что позволяло заблаговременно выявлять риски и использовать опыт подрядных компаний.

С целью выбора конкретного типа пути на жестком основании для главных участков компания DB Netz провела оценку конструкций трех типов: Rheda 2000, Bögl и Züblin. В результате анализа для северного участка было выбрано основание Bögl, для среднего и южного — Rheda 2000, которое было решено укладывать также и на всех стрелочных переводах.

В таблице приведены некоторые характеристики участков линии с путем на жестком основании различных конструкций.

Конструкция пути системы Bögl

При разработке пути системы Bögl (рис. 1) использован опыт пробной эксплуатации участка на перегоне Дахау — Карлсфельд, где путь этого типа был уложен еще в 1977 г., и у станций Рот-Мальх и Хаттштедт, где уже усовершенствованную конструкцию уложили позже.

В ходе укладки несущих плит в 2003 г. особое внимание обращали на всестороннюю оптимиза-

цию технологии работ с точки зрения качества и повышения производительности. Принятая система управления качеством использовалась при строительстве северного участка новой линии Нюрнберг — Ингольштадт в тесном взаимодействии с местными органами строительного надзора, PZ (Нюрнберг) и привлеченными им экспертами.

Результаты контрольных испытаний, проведенных нюрнбергской лабораторией RAP-Strat, показали, что система верхнее строение пути — плитное основание Bögl обладает высокими качественными показателями, стабильными во времени. Комплексная механизация позволила независимо от погодных условий вести качественную укладку пути с высокой производительностью.

Разработанный компанией Bilfinger Berger/Bögl процесс механизированной укладки включает в себя следующие операции:

- разметка;
- отсыпка морозостойкого слоя;
- изготовление гидравлически связанного несущего слоя (HGT) с помощью укладчика, использующего скользящую опалубку. Бето-

нокладчик для изготовления слоя HGT, применяемый также в строительстве автомобильных дорог, обеспечивает высокую точность укладки. Так, отклонения по высоте не превышают 5 мм;

- подготовка поверхности несущего слоя к укладке сборных плит;

- подготовка междупутья и боковых дорожек;

- подвоз изготовленных на заводе отшлифованных плит и укладка специально разработанным краном. Плиты центрировали с помощью конических приливов, подготовленных заранее в местах стыкования на поверхности несущего слоя HGT. Благодаря этому точность укладки плит составляла примерно 10 мм;

- высокоточная рихтовка уложенных плит по местам опирания рельсов. Для этого выверяют положение плит в плане и профиле еще до укладки рельсов. При монтаже плит массой по 9 т, подготовленных еще на заводе для укладки в точно заданное место, используют боковые рихтовочные домкраты с горизонтальными и вертикальными шпindleями. Места расположения

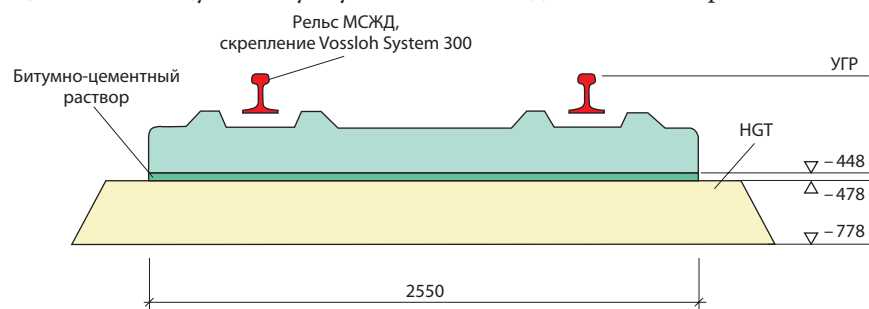


Рис. 1. Конструкция пути системы Bögl

опорных точек размечают с помощью лазерных датчиков и прецизионных тахеометров, показания которых передаются в компьютер. На экраны выводятся шесть корректирующих значений (по высоте и положению) для каждой точки. Метод позволяет бесступенчато перемещать плиты с точностью до 0,1 мм в сложных условиях строительной площадки. Таким образом, в полевых условиях удается реализовать принятую в машиностроении точность, при этом обеспечивается и высокая производительность;

- герметизация швов по бокам и между плитами;
- подливка плит битумно-цементным раствором. При его приготовлении необходимо соблюдать жесткие требования к точности дози-

рования компонентов и одновременно к процессам смешивания и доставки. Чтобы выполнить их, на месте строительства монтируют специальные мобильные смесительные установки, с помощью которых раствор в нужных объемах готовят на месте и заливают под плиты;

- соединение плит в продольном направлении и заполнение стыков. Специальными натяжными замками соединяют и натягивают выступающие концы продольной арматуры плит, стыки заливают бетоном;
- подвоз, укладка, сварка и шлифование ходовых рельсов. При укладке длиномерных рельсов достигается высокая производительность. Быстрое выполнение этой технологической позиции позволяет минимизировать поврежде-

ния и загрязнение рельсов в условиях стройки;

- завершающий этап предусматривает монтаж заземляющих устройств и оформление мест стыкования с путем на балласте.

Путь системы Rheda 2000 на среднем и южном участках

На этих участках путь системы Rheda 2000 (рис. 2) укладывала группа компаний ARCE Feste Fahrbahn (Max Knape, Bickhardt Bau, DGT и Kirchner). Ранее эту систему опробовали на линии Галле — Лейпциг и на небольших участках в Берлине.

Первым участком, где еще в 2003 г. уложили путь этого типа, был перегон Фишбах — Фойхт, примыкающий к линии Нюрнберг — Ингольштадт с севера. На отрезке длиной 2,1 км был получен уникальный опыт строительства, в том числе и в области уплотнения слоя НГТ. Здесь в междупутье укладывают слой бетона (раньше для этого использовали цементно-битумную смесь). Укладку в междупутье проводят до монтажа подрельсовых плит, чтобы снизить затраты на опалубку. Ширина плит стандартной конструкции составляет 3,2 м, для тоннелей — 2,8 м.

Укладка плитного основания ведется с применением монтажных рельсов (рис. 3). Такой метод широко использовался на строительстве линии Кёльн — Рейн/Майн и хорошо себя зарекомендовал.

Для работы в длинных тоннелях требуется продуманная система логистики и планирования монтажных работ. Поскольку температура в тоннелях всегда превышает минимально допустимую для укладки бетона, работы в них можно вести даже в зимнее время.

Методы монтажа плитного основания также были отработаны на участке Фишбах — Фойхт, а затем применены на среднем и южном участках линии Нюрнберг — Ингольштадт. Бригадой проектировщиков совместно с представителями службы строительного надзора

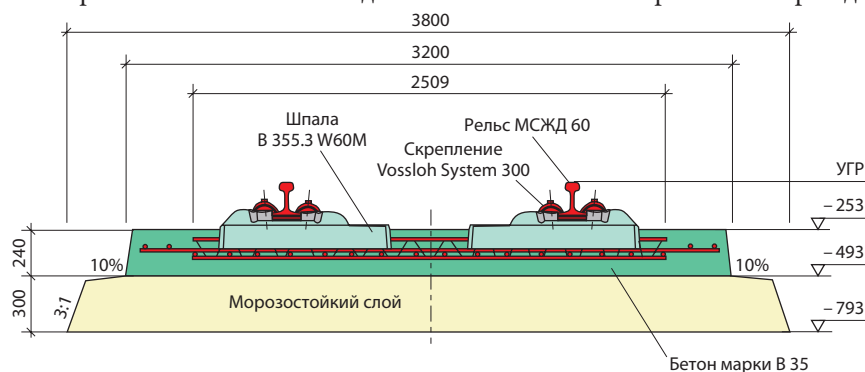


Рис. 2. Путь системы Rheda 2000



Рис. 3. Путь на плитном основании на линии Нюрнберг — Ингольштадт: на переднем плане — новая система Bögl на готовых несущих плитах; на заднем плане — путь системы Rheda 2000 (фото: DBAG, Вебер)

и подрядчиками была разработана система управления качеством для обеспечения бездефектного выполнения работ в точном соответствии с графиком. Проверки подтвердили соблюдение всех требований к качеству пути на плитном основании.

Разработанный компанией ARGE Feste Fahrbahn процесс монтажа включает в себя следующие технологические операции:

- адаптация профиля нижнего строения пути. Поскольку несущий слой имеет постоянные размеры, нижнее строение выполняют с учетом профиля пути и соответствующего возвышения рельса. Достигается это варьированием толщины морозостойкого слоя, на котором лежит основание HGT. На мостах регулируют толщину слоя защитного бетона, а в тоннелях применяют выравнивающий слой из бетона;
- укладка несущего слоя HGT на земляное полотно. Этот слой толщиной 30 см укладывают за один проход современного укладчика со скользящей опалубкой. Точность по толщине слоя лежит в диапазоне от +5 до -15 мм. Для управления процессом неизбежного образования трещин на слое HGT через каждые 5 м делают насечки;
- раскладка арматуры и укладка шпал с монтажными рельсами. Шпалы укладывают с предварительно смонтированными рельсовыми креплениями. В процессе укладки шпал заранее разложенную стальную продольную арматуру пропускают через отверстия в решетчатой соединительной балке. После укладки применяемые для заземления стальные стержни соединяют сваркой в продольном направлении, а затем и в поперечном. При этом поперечные перемычки выполняли с контактной площадкой, к которой в дальнейшем подключается контур заземления;
- измерение геометрии и выправка пути. На среднем участке линии путь выставляли по высоте с помощью закрепленных на рельсах вертикальных шпинделей, по горизонтали — с помощью поперечных ре-

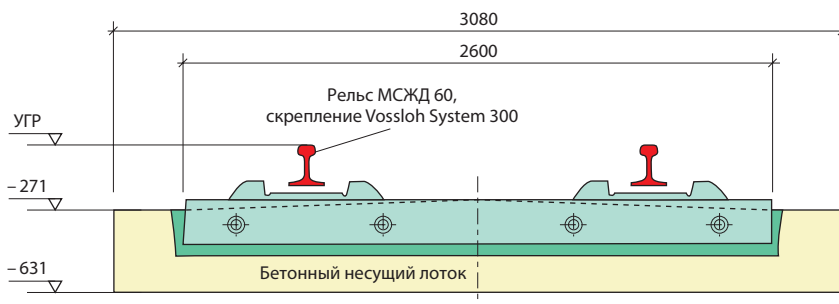


Рис. 4. Конструкция пути системы Rheda на лотках

гулирующих устройств, которые устанавливают на сквозных анкерах, закрепленных в земляном полотне по оси пути. После выправки положение пути фиксируют стальными пластинами, которые сваркой крепят к анкерам и каждой третьей шпале. Перед укладкой бетона снимают регулирующие устройства и монтируют боковую опалубку;

- изготовление опорных подрельсовых плит. Бетон подают насосами в опалубку из автомобильных бетоносмесителей, размещающихся рядом с путем. После этого бетонную смесь уплотняют гидравлическими вибраторами и обрабатывают поверхность таким образом, чтобы обеспечивался отвод воды;
- обработка бетонных плит и снятие монтажных рельсов. После первого схватывания бетона ослабляют рельсовые крепления, чтобы избежать повреждения плиты из-за температурного удлинения монтажных рельсов. Через 24 ч эти рельсы снимают, очищают и отправляют для повторного использования;
- подвоз, монтаж, шлифование ходовых длинномерных рельсов. Рельсы укладывают значительно позже после изготовления плиты. Работы обычно ведутся с высоким темпом, что позволяет минимизировать повреждения и загрязнения рельсов в условиях стройки;
- заключительные работы, включающие монтаж заземления, отделку междупутья и водоотводов с него, оформление мест стыкования с путем на балласте.

На южном участке компания Rhombert Bahntechnik по заказу ARGE Feste Fahrbahn выполняла разбивку трассы, разметку, уклад-

ку бетона в основание и монтаж пути. Здесь применялась система выправки пути, успешно использовавшаяся при сооружении 200 км пути на плитном основании. Для бетонирования здесь использовали движущийся по уже готовому пути бетоноукладчик, укомплектованный промежуточным бункером.

Система Rheda на лотках

На участке длиной около 2 км, примыкающем к железнодорожному узлу Ингольштадта, уложен путь системы Rheda на лотках (рис. 4) с блочными шпалами типа Dywidag. Здесь работы были завершены в апреле 2002 г.

В зоне тоннеля на участке длиной 200 м смонтировали основные пути системы масса — пружина (MFS), обеспечивающей противовибрационную защиту прилегающих к тоннелю строений. В этой системе подливочный бетон через соединительную арматуру связан с заполняющим бетоном. Дополнительно армируются стенки лотка. Опирающие легкой системы MFS на основание осуществляется по всей поверхности через предварительно уложенные маты Sylomer компании Getzner.

На заключительном участке тоннеля (за 100 м до портала) лоток несущего бетонного слоя выполняли без арматуры. В заполняющий бетон уложили лишь пять стальных стержней диаметром 20 мм для заземления и ограничения возможного растрескивания.