

Стальной мост системы Infundo Modulbrücke

В 1990-е годы в Нидерландах была разработана конструкция стального моста Infundo Modulbrücke с безбалластным путем на пролетном строении. При ее разработке ставилась цель максимального снижения уровня шума и вибраций, возникающих при прохождении поездов по стальным мостам. Для Нидерландов с их избытком мостов и высокой плотностью населения эта проблема особенно актуальна.

Одним из способов снижения уровня излучаемого шума стало применение системы крепления рельсов Edilon ERS. В этой системе для закрепления рельсов на пролетном строении используется материал Edilon Corkelast, представляющий собой заливочную массу на базе полиуретана. Рельсы укладываются в специальный желоб и заливаются этой массой. Такая эластичная по всей длине моста укладка рельсов уменьшает колебания любой частоты, генерируемые в местах опирания рельсов классического пути.

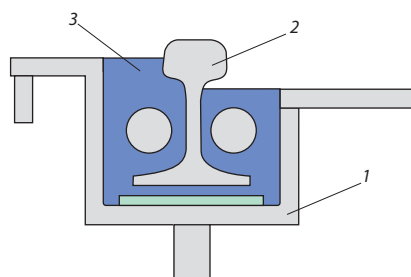
Конструкция пролетного строения

Пролетное строение стандартного сечения с интегрированными каналами для рельсов было разработано в результате сотрудничества компании edilon) (sedra с инженерным бюро и компанией, специализирующейся на производстве металлоконструкций. Эта стальная конструкция представляет собой балку коробчатого сечения с толщиной стенок, оптимизированной по уровню колебаний и излучаемого шума. В нее интегрированы каналы для рельсов (рисунок), заливаемых массой, полное обозначение которой имеет вид: Edilon Corkelast Embedded Rail Systems (ERS).

Такая конструкция имеет много преимуществ. Прежде всего, для замены старого моста новым, включая демонтаж прежнего пролетного строения, требуется всего несколько дней. Новая конструкция способствует уменьшению вибраций и снижению уровня воздушного шума на 10 дБ (А). Кроме того, заливочный материал Edilon Corkelast обеспечивает максимальную электрическую изоляцию рельсов от земли.

Строительная высота нового верхнего строения пути, интегрированного в пролетное строение, значительно меньше, чем в классическом пути, что особенно важно на мостах. Новая конструкция обеспечивает защиту от схода с рельсов, а также максимальные удобства в техническом обслуживании.

Первый модульный мост в Нидерландах сооружен в 1996 г. на



Поперечный разрез рельсового канала, интегрированного в пролетное строение:
1 — рельсовый канал; 2 — рельс МСЖД 54Е; 3 — заливочная масса ERS

линии Гронинген — Леуварден, его длина 2×12,5 м. Новая концепция моста привлекла внимание специалистов за пределами Нидерландов. Уже в 1998 г. был воздвигнут модульный мост в городской черте Лиссабона, расположенный вблизи от жилых домов. Он построен в кривой радиусом 376 м и состоит из пяти пролетов длиной по 16,8 м. Интерес к новой конструкции проявили также в Ирландии и Швеции.

В январе 2007 г. подобная система впервые была реализована на сети железных дорог Германии (DB), а именно на линии Гиссен — Фульда. Длина этого модульного моста составила 10,5 м. В октябре того же года был сооружен другой такой мост длиной 10,5 м на линии Касель — Корбах-Южный.

Модульный стальной мост в Швейцарии

В 2005 г. было начато сооружение в Бриенце модульного стального моста с системой Infundo на существующей линии Zentralbahn с шириной колеи 1000 мм. Эта линия относится к Brüniglinie Федеральных железных дорог Швейцарии (SBB) и частной компании Engelbergbahn. На линиях узкой колеи такой мост строился впервые. Линия Zentralbahn обслуживает ряд кантонов в центре Швейцарии, в том числе Обвальден и Нидвальден. Brüniglinie была известна как единственная линия с метровой колеей в Швейцарии еще до появления Zentralbahn. Она соединяет две туристические зоны — озеро Фирвальдштеттер и регион горы Юнгфрау. Дорога была открыта в 1889 г. и соединила Люцерн с Бриенцем, а в 1916 г. она была удлинена до станции Интерлакен-Восточный. Электрифицировали линию в период 1941 — 1942 гг.

На окраине города Бриенц потребовалось заменить старый мост на пересечении железнодорожной линии с одной из небольших улиц

города. Под железнодорожным мостом высота пролета ограничена величиной 3,75 м, что и определило выбор конструкции моста в пользу модульного варианта Infundo. Низкий уровень шума был дополнительным аргументом в пользу выбранной конструкции.

Железнодорожная линия в зоне моста имеет уклон 1,16‰ и находится в месте выхода из кривой радиусом около 350 м. В связи с наличием уклона разница уровней головок рельсов на концах моста достигает 10 см.

В 2003 г. пролетное строение старого стального моста клепаной конструкции было повреждено проходившим под мостом грузовым автомобилем. Для устранения неисправностей требовался сложный ремонт. Замена старого пролетного строения стандартным новым еще больше ограничила бы габарит высоты.

Было решено соорудить модульный стальной мост с системой Infundo. Так как в этой конструкции каналы для размещения рельсов интегрированы в пролетное строение, то его строительная высота позволила увеличить вертикальный габарит под мостом на 20 см. Поскольку эта конструкция планировалась к применению в Швейцарии впервые, то потребовались согласования с департаментом по окружающей среде, транспорту, энергии и коммуникациям, а также с Федеральным бюро железных дорог (BAV).

Подготовка проекта была поручена инженерному бюро Huggler+Porta. Монтажные работы выполнила компания Meier+Jäggi, которая имеет большой опыт в укладке и креплении рельсов по технологии Edilon ERS.

Существующие каменные устои старого моста оказались достаточно прочными для дальнейшего использования. После снятия старого пролетного строения верхняя часть устоев была выровнена и доведена до нужной высоты. При проведении монтажных работ и демонтаже ста-

рого пролета использовали автокран, для чего пришлось переместить с оси пути в сторону контактную подвеску.

При подготовке верхней части устоев учитывали возвышение рельса на выходе из кривой. Длина нового моста составляет 8,57 м, а ширина пролета между устоями — 6,41 м. Для проведения всех строительных работ потребовалось 3 сут.

Строительство моста в Бриенце

Впервые в Швейцарии и других немецкоговорящих странах мост строился в переходной кривой и с переходной рампой. Несмотря на эти сложные условия, удалось избежать применения пролетного строения с изгибом и скручиванием благодаря его небольшой длине. Существующая геометрия пути предусматривала различное позиционирование рельсов в интегрированных каналах. Заливка рельсов для фиксации производилась по всей длине. Здесь не требовались отдельные опорные площадки, к которым рельсы крепились бы на болтах или с помощью упругих зажимов.

При использовании жесткого крепления ERS на мосту и в местах перехода к балластному пути уложены рельсы 54E2 (МСЖД 54E). Максимально допустимая осадка рельсов составляет 1,5 мм. Установка рельсов и их заливка были выполнены 18 и 19 апреля 2008 г.

Готовые железобетонные плиты устанавливали на подготовленные площадки устоев автокраном. Зоны между задними частями устоев и земляным полотном примыкающего пути были укреплены, сверху уложен щебеночный балласт. В местах перехода от мостового верхнего строения пути к балластному деревянные шпалы заменили металлическими.

При длине моста в Бриенце 8,57 м строительная высота его пролетного строения составляет 530 мм (от основания до УГР). Результаты испытаний пролетного строе-

ния на изгиб показали, что прогиб при максимальной нагрузке равен 2,3 мм и точно соответствует расчетной величине.

После установки пролетного строения на устои были смонтированы устройства защиты от ветровой нагрузки. Они были необходимы, так как пролетное строение имеет относительно небольшую массу (11 т).

Для защиты нового моста от повреждений проходящими под ним грузовыми автомобилями смонтировали ограждение из двутавровых балок НЕМ 300, которое вынесено на 50 см перед пролетным строением и закреплено анкерами в устоях.

Для уменьшения уровня шума оба боковых тротуара выполнены в виде отдельных несущих конструкций. В одной из них смонтирован кабельный канал. Ограждение тротуаров выполнено из оцинкованных металлических решеток.

При прохождении по мосту поезда уровень шума всего на 3 дБ (А) выше, чем при движении этого же поезда по обычному пути. Это очень хороший результат для металлических мостов.

Выводы и перспективы

Система стальных мостов Infundo Modulbrücke не всегда оптимальна по уровню шумоизлучения. Так, при большой строительной высоте пролетных строений преимущество имеет концепция модульных железобетонных мостов. В связи с этим компания edilon (sedra совместно с инженерным бюро Zilch+Müller (оба — Мюнхен) разработала модульную конструкцию SLEP-Modulbrücke на базе железобетона, которую можно использовать при сооружении мостов с длиной пролета до 20 м. Проектные разработки Infundo SLEP-Modulbrücke закончены летом 2008 г.

A. Erdhütter et al. Eisenbahningenieur, 2009, № 2, S. 27–30; www.maceuro.com; www.edilonsedra.com.