

# Инновационный безбалластный путь системы NBU

**Компании ThyssenKrupp GfT Gleistechnik и Naumberger Bauunion & Co (NBU) представили на выставке InnoTrans 2004 образец нового безбалластного пути NBU. Эта простая система без использования бетонных шпал вызвала живой интерес специалистов в области пути.**

## Общее описание системы NBU

Система NBU по своим характеристикам близка к уже известным системам, эксплуатируемым с 1970-х годов. Вместе с тем в ней использован ряд запатентованных технических новшеств. Система представляет собой монолитную конструкцию с отдельными точками для опирания рельса на сплошном бетонном основании, уложенном на гидравлически связанный несущий слой (HGT). В опорных точках используются рельсовые крепления Krupp ECF.

В отличие от большинства конструкций безбалластного пути, в которых используют забетонированную рельсошпальную решетку, в системе NBU применена сплошная бетонная плита. Ее изготавливают с помощью модифицированного укладчика со скользящей опалубкой, причем процессу укладки не создает помех рельсошпальная решетка, как это имеет место в других системах. При изготовлении плиты в ней отформовывают продольные каналы с обеих сторон от оси каждого рельса, в которые затем закладывают анкеры для рельсовых креплений.

После затвердения бетона монолитной плиты сварные рельсовые плети с установленным на них рельсовыми креплениями укладывают на подготовленное основание и фиксируют с помощью подготовленных анкерных болтов в за-

данном положении. При этом гайки анкерных болтов затягивают с учетом последующей регулировки. Точную ширину колеи обеспечивают установкой между рельсами специальных калиброванных по длине шаблонов, которые после окончательной фиксации рельсов снимают. Регулировку положения рельсов по высоте и горизонтали выполняют с помощью подъемно-выправочных клиньев компании Romberg.

Положение рельсов в кривых фиксируется с помощью дополнительных стопоров, устанавливаемых у подошвы рельса со стороны наружного края опорной плиты. На заключительном этапе анкерные болты в каналах заливают цементным раствором. Каналы заполняют до верха и заливочный раствор разглаживают.

Систему NBU можно использовать на линиях с разрешенной скоростью до 300 км/ч для участков с грунтовым нижним строением пути, а также на мостах и в тоннелях. Допуск к эксплуатационным испытаниям новой конструкции пути был дан Федеральным бюро железных дорог Германии (EVA).

Конструкция верхнего строения пути системы NBU, состоящая из рельсов, рельсовых креплений, бетонного основания и гидравлически связанного несущего слоя, обладает определенной упругостью и способностью к демпфированию

колебаний. В связи с этим ее следует укладывать на нижнее строение пути (как на грунте, так и в тоннелях и на мостах), имеющее минимальную упругость. На мостах и в тоннелях упругость основания, как правило, известна.

Грунтовое основание для системы NBU имеет многослойную структуру. Земляное полотно отсыпают слоями, жесткость которых снизу вверх увеличивается. Верхний морозозащитный слой является основанием для гидравлически связанного несущего слоя. Такая конструкция пути исключает возможность перегрузок и обеспечивает срок службы 60 лет.

## Параметры системы

В конструкции безбалластного пути системы NBU толщина морозозащитного слоя составляет 50 см, гидравлически связанный несущий слой имеет толщину 30 см, а бетонную плиту шириной 3 м, являющуюся опорой для рельсов с рельсовыми креплениями, выполняют с толщиной, равной 25 см.

Опорную, армированную по всей длине плиту изготавливают без зазоров из бетона марки В 35 (среднее содержание цемента 340 кг/м<sup>3</sup>).

Продольное армирование опорной плиты выполнено из стержней арматурной стали BSt 500 S 24 длиной 24 м и диаметром 20 мм, которые сваривают в сплошные плети. Поперечные арматурные стержни такого же диаметра уложены под рельсовыми креплениями. Процент армирования, равный 0,81, исключает возможность неконтролируемого образования трещин при низких температурах (ширина трещин менее 0,5 мм).

Каналы для анкерных болтов, формируемые в плите с обеих сторон от рельсов, имеют глубину 110 мм и ширину 90 мм. Раствор, используемый для последующей заливки этих каналов, готовят на основе цемента.

В конструкции рельсового скрепления Krupp ECF рельс фиксируется натяжными зажимами Skl 12 на ребристой подкладке Rph 6 × 160. Для предотвращения возможности горизонтальных смещений ребристой подкладки используются эксцентриковые изолирующие втулки, входящие в зацепление с ребрами подкладки Rph 6 × 160. Вертикальным перемещением ребристой плиты под действием поездных нагрузок препятствуют предохранительные шайбы, взаимодействующие с эксцентриковыми изолирующими втулками. Подуклонка рельса (1:40 или другая) обеспечивается выбором ребристой подкладки с соответствующим наклоном.

Между ребристыми подкладками рельсовых скреплений и укладываемыми на опорную плиту дополнительными подкладками, регулирующими положение пути по высоте, помещают эластичные прокладки, которые обеспечивают необходимую упругость путевой конструкции.

С помощью подкладок для регулирования пути по высоте можно выполнять ее коррекцию ступенями по 1 мм на величину от – 4 до +26 мм. Эксцентриковые изолирующие втулки обеспечивают возможность плавного поперечного регулирования пути на величину до ± 5 мм.

Как рельсовые скрепления, так и опорную плиту в системе NBU можно использовать без ограничения в тоннелях, в том числе с лотковыми несущими конструкциями, на мостах и земляном полотне. В тоннелях при наличии основания в виде лотковой несущей конструкции и на мостах бетонную опорную плиту укладывают непосредственно на основание без промежуточного гидравлически связанного слоя типа HGT, используемого на земляном полотне.

Эксплуатация безбалластного пути системы NBU, уложенного на земляном полотне, предполагает, в частности, что самоуплотнение земляного сооружения и его суммарная осадка после укладки безбалластного верхнего строения пути возможны в зонах, которые не являются критическими и могут быть компенсированы с помощью регулирующих возможностей рельсовых скреплений.

В системе NBU, как и во всех других конструкциях безбалластного пути, при укладке на земляном полотне является обязательной укладка гидравлически связанного слоя, параметры которого определены в каталоге требований к строительству железнодорожного пути на жестком основании и в соответствующих действующих рекомендациях железных дорог Германии (DBAG).

### Порядок укладки

Процесс укладки безбалластного пути системы NBU предусматривает следующие этапы:

- уплотнение земляного полотна;
- формирование гидравлически связанного несущего слоя с помощью укладчика со скользящей опалубкой;
- изготовление из бетона сплошной опорной плиты с соблюдением заданных допусков, укладкой арматуры и формированием продольных каналов для закладки анкерных болтов;
- укладка рельсов с предварительно смонтированными рельсовыми скреплениями и установка между рельсами калиброванных шаблонов, определяющих ширину колеи;
- выправка пути и предварительное закрепление рельсов;
- заливка продольных каналов раствором на основе цемента;

- окончательная затяжка рельсовых скреплений;
- сварка и шлифование рельсов.

Рассмотренную систему с полным основанием можно поставить в один ряд с конструкциями безбалластного пути, уже получившими признание специалистов. При укладке пути системы NBU число реализуемых этапов в два раза меньше, чем при укладке безбалластного пути других систем, где используются шпалы. Это достигнуто благодаря тому, что:

- все этапы процесса укладки упрощены и оптимизированы;
- логистика строительной площадки делает возможным применение линейного метода;
- весь технологический процесс отсыпки земляного полотна выполняется стандартной землеройной техникой.

### Выводы и перспективы

Рассмотренные основные характеристики системы NBU и технология его строительства показывают, что конструкция имеет следующие особенности и достоинства:

- надежная и простая технология укладки;
- низкие затраты на техническое обслуживание в сочетании с высокой надежностью системы;
- высокая экономическая эффективность в изготовлении и эксплуатации.

Опытный образец, представленный на выставке InnoTrans 2004, оправдал ожидания, связанные с системой NBU: зарубежные строительные компании и компании-операторы продемонстрировали заинтересованность в конструкции пути этого типа, отвечающей высокому техническому уровню в сочетании с очевидной эффективностью.

*D. Pietschmann et al. Eisenbahntechnische Rundschau, 2005, № 4, S. 197 – 200.*