

Некоторые особенности проектных решений для строительства линии ВСМ «Москва – Казань»

Земляное полотно

Конструкции земляного полотна (рис.1) разработаны с учетом результатов инженерно-геологических изысканий, которые показали, что на значительной части трассы ВСМ присутствует наличие слабых оснований (грунтов).

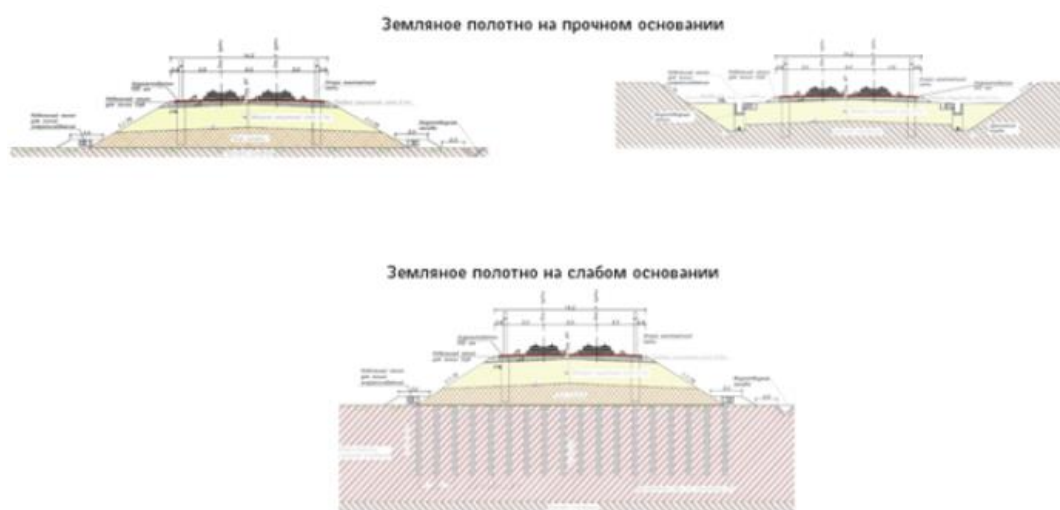


Рисунок 1 – Конструкции земляного полотна

Основные проектные решения для земляного полотна предусматривают применение ЩПГС специального гранулометрического состава для материалов первого защитного слоя, для материалов второго защитного слоя пески крупные, средней крупности и мелкие, для тела насыпи применяются щебенистые грунты, пески и глинистые грунты с добавлением цемента до 5%.

В целях обеспечения прочности, стабильности геометрических параметров предусмотрено применение специальных вяжущих и стабилизирующих грунтовых полифилизаторов, а также геосинтетических материалов для разделения слоев, обеспечения фильтрации, дренажа и армирования.

В качестве основной конструкции **верхнего строения пути** (далее – ВСП) (рис.2) разработана безбалластная конструкция, которая учитывает

европейский и китайский опыт строительства и эксплуатации ВСМ с таким типом ВСП.

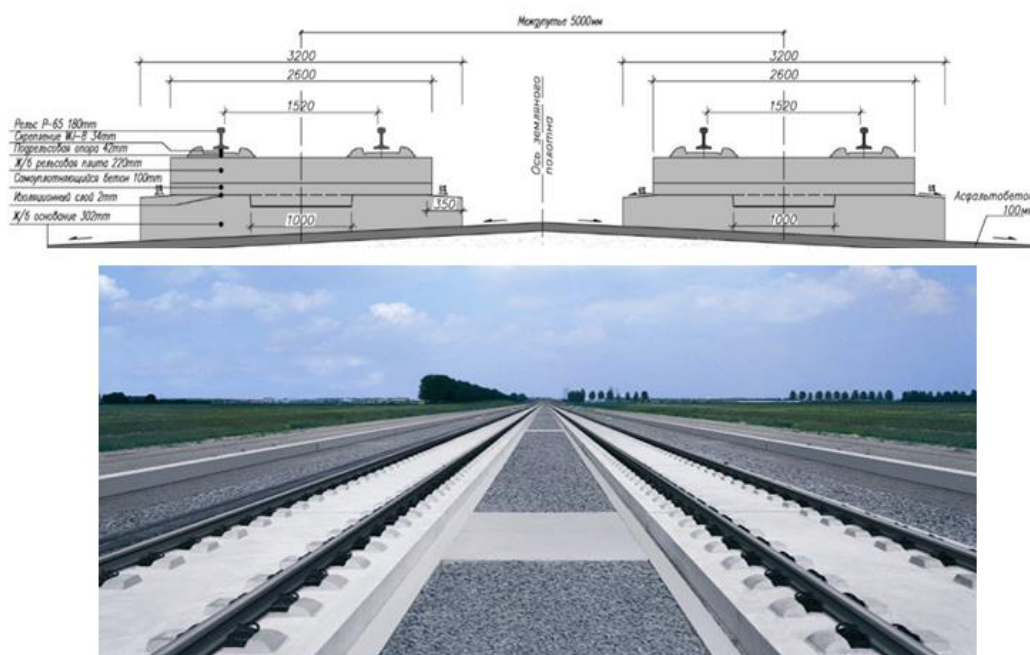


Рисунок 2 – Безбалластное верхнее строение пути для ВСМ

Проработаны проектные решения стрелочных переводов (рис.3) для скоростей движения по прямому направлению – 400 км/ч, по боковому не менее 220 км/ч.



МАКСИМАЛЬНАЯ НАГРУЗКА

→ **23 кН/ось**

МАКСИМАЛЬНЫЕ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ

→ **НА ГЛАВНЫЙ ПУТЬ:**
по прямому направлению – 400 км/ч;
по боковому – не менее 220 км/ч.

НА ПРИЕМОУПРАВЛЯЮЩИХ И СОЕДИНИТЕЛЬНЫХ ПУТЯХ:
по прямому направлению – 400 км/ч;
по боковому – не менее 120 км/ч.

ПОТРЕБНОСТЬ ДЛЯ ВСМ «МОСКВА–КАЗАНЬ»

МАРКА СТРЕЛОЧНОГО ПЕРЕВОДА	КОЛИЧЕСТВО, ШТ.
1/46	2
1/22	166
1/18	101
1/11	236
2/11 - перекрестный	6
1/9	144
2/9 - перекрестный	2
ВСЕГО:	657

Рисунок 3 – Стрелочные переводы. Конструктивные особенности для ВСМ. Потребности

В настоящее время разработан проект схемных и конструктивных решений по контактной сети (рис.4) для ВСМ Москва – Казань, включая подтверждающие расчеты и результаты математического моделирования.

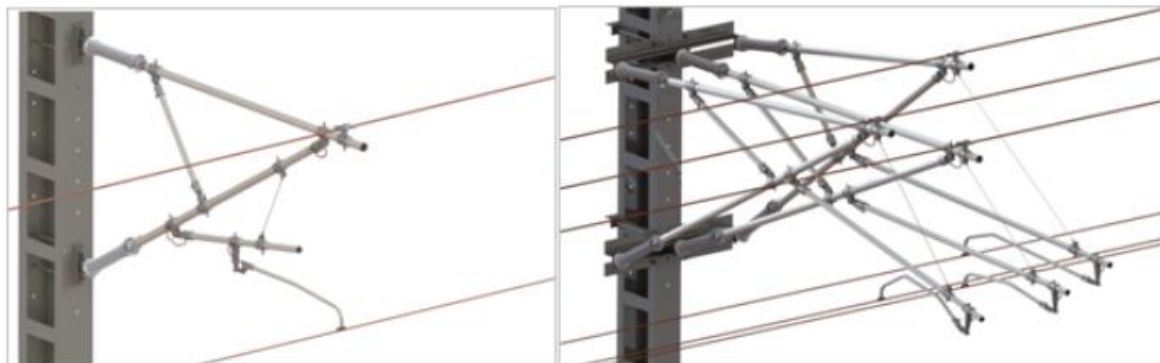


Рисунок 4 – Особенности контактной сети для ВСМ

Проектные решения подготовлены с учетом рассмотрения предварительных технических решений в профессиональном сообществе, учтены замечания российских, китайских, французских и немецких партнеров, а также с учетом возможностей отечественных производителей элементов контактной сети для скоростей движения до 400 км/ч.

Контактная сеть для ВСМ Москва – Казань классифицирована на четыре основных типа с условными наименованиями:

- КС-400 – на главных путях высокоскоростного участка переменного тока;
- КС-170 – на станционных путях участка переменного тока и диспетчерских съездах;
- КС-250-3 – на главных путях участка постоянного тока;
- КС-170-3 – на станционных путях участка постоянного тока.

Конструктивные решения по всем четырем типам контактных сетей приняты максимально унифицированными, за исключением основных проводов и типов контактных подвесок.

Основные провода контактной подвески КС-400 на высокоскоростном участке приняты российского или китайского производства.

Контактный провод – медь-хром-циркониевый или медно-магниевый, сечением 150 мм² с натяжением 36 кН.

Несущий трос – медно-магниевый, сечением 120 мм² и натяжением 28 кН.

Возможность освоения производства медно-магниевых проводов с необходимыми свойствами подтверждена со стороны российских производителей: ЗАО «ТРАНСКАТ» и ООО «Свелен».

В Китайской народной республике указанные провода серийно выпускаются и применяются на высокоскоростных железнодорожных магистралях.

Вне зависимости от страны-производителя форма поперечного сечения контактного провода должна соответствовать ГОСТ Р 55647-2013.

На участках постоянного тока, а также на станционных путях, приняты российские провода сечением 120 мм² из оловянистой бронзы Бр1 по ГОСТ Р 55647-2013. Такие провода в настоящее время производятся и применяются в контактных сетях КС-200/250.

Контактная подвеска КС-400 – цепная компенсированная рессорная. Максимальная длина пролета принята 65 м.

На станционных путях участка переменного тока применяется контактная подвеска КС-170 с российскими проводами Бр1-120+БрФ1-120, выполняемая без рессорного троса.

На участке постоянного тока применяются контактные подвески КС-250-3 и КС-170-3 с российскими проводами, как в рессорном, так и в не рессорном исполнении.

Все параметры контактных подвесок выбраны на основе математического моделирования.

По результатам проектирования максимальная длина анкерного участка контактной подвески составляет 1400 м, по результатам электрических расчетов температурный диапазон контактной подвески 130 С: от -50°С до +80°С.

В качестве стоек опор принята металлическая двухшвеллерная конструкция, усиленная для обеспечения требуемых параметров жесткости.

Фундаменты опор на высокоскоростном участке приняты в виде буронабивных свай. Свая имеет диаметр 620 мм в теле земляного полотна с расширением кверху до диаметра 800 мм.

На участках постоянного тока используются вибропогружаемые трехлучевые фундаменты.

Анкеровки контактной подвески приняты с компенсаторами барабанного типа, широко применяемыми на большинстве ВСМ стран Европы и Азии. На первоначальном этапе планируется применение барабанов китайского производства с последующей локализацией в России.

Большое значение придается оптимизации проектных решений, позволяющих снизить общую стоимость строительства проекта. На сегодня разработана линейка сборных железобетонных, сталежелезобетонных унифицированных пролетных строений и других конструкций искусственных сооружений.

Предложены и подлежат дальнейшей проработке самые прогрессивные технологии изготовления и возведения пролетных строений.

Сложнейшей задачей является проектирование внеклассных мостов для высокоскоростной магистрали. Завершен выбор створов мостовых переходов через реки Волга, Ока, Сура и Клязьма. Разработаны варианты проектных решений для создания внеклассных мостовых переходов.

В целях унификации конструкций искусственных сооружений для ВСМ Москва – Казань выполнен анализ трассы, по результатам которого разработана «Концепция» с определением предварительных схем мостовых сооружений и основных положений по унификации их конструктивных решений.

Все сооружения можно классифицировать по следующим признакам:

- железнодорожные эстакады;

- железнодорожные мосты через водотоки, в том числе мосты через судоходные реки: Клязьма, Ока, Сура, Волга;

- железнодорожные путепроводы над автомобильными и железными дорогами, скотопрогоны.

На основе результатов предварительных расчетов и рассмотрения различных конструкций пролетных строений согласована номенклатура унифицированных пролетных строений.

Для участков высокоскоростного движения разработаны балочные пролетные строения коробчатого типа под два железнодорожных пути с расстоянием между смежными путями 5000 мм для прямолинейных участков пути и пути в кривых радиусом более 5000 м из преднапряженного железобетона и сталежелезобетонные, унифицированные по габаритным параметрам и для использования в вариантах с безбалластным верхним строением пути и для пути на балласте номенклатуры (рис.5):

- разрезное из предварительно напряженного железобетона сборное (изготавливаемое на полигоне) полной длиной 34,2 м;

- разрезное из предварительно напряженного железобетона монолитное (изготавливаемое в проектном положении) полной длиной 34,2 м;

- разрезное сталежелезобетонное (композитное) (изготавливаемое в проектном положении) полной длиной 34,2 м;

- разрезное из предварительно напряженного железобетона сборное (изготавливаемое на полигоне) строительной высотой аналогичной пролетным строениям 34.2 м, - полной длиной 23,6 м;

- из предварительно напряженного железобетона монолитное (изготавливаемое на полигоне), пониженной строительной высоты, полной длиной 23,6 м;

- разрезное из предварительно напряженного железобетона монолитное (изготавливаемое в проектном положении) полной длиной 50,0 м;

- разрезное сталежелезобетонное (композитное) (изготавливаемое в проектном положении) 50,0 м;

- неразрезное из предварительно напряженного железобетона рамной конструкции (16,0×22,0×16,0);

- неразрезное из предварительно напряженного железобетона (40,6×66,0×40,6);

- неразрезное из предварительно напряженного железобетона (48,0×88,0×48,0);

- неразрезное из предварительно напряженного железобетона (58,0×110,0×58,0).

Конструкции опор эстакад:

- 3 типа опор эстакадных участков для вариантов схем с унифицированными пролетными строениями полной длиной 34,2 м и 23,6 м всех типов;

- конструкция устоя эстакад со схемами, в которых используются унифицированные пролетные строения 34,2 м и 23,6 м для высоты насыпи 8,0 м.

Отдельно разработаны конструкции малых искусственных сооружений с пролетами до 20 м и водопропускных труб, для пропуска через насыпи ВСМ Москва – Казань малых и переменных водотоков, автомобильных дорог четвертой и пятой категории, полевых дорог, скотопрогонов, зверопроходов.



Рисунок 5 – Проектные решения для строительства линии ВСМ «Москва – Казань»

В рамках проектирования ВСМ «Москва – Казань» ведется разработка новой системы железнодорожной автоматики и телемеханики с учетом следующих требований:

- *в качестве общесистемных:*

- система управления должна обеспечивать движение поездов различной категории – высокоскоростных, скоростных, ускоренных пассажирских и специальных, а также хозяйственных;

- основным средством контроля свободности и занятости участков пути на станциях и перегонах, каналом передачи информации о состоянии впереди расположенных блок-участков, а также средством обеспечения контроля целостности рельсов являются рельсовые цепи тональной частоты (ТРЦ);

· ***к системе управления движением поездов:***

- высокоскоростная магистраль должна быть оборудована диспетчерской централизацией, все станции в штатном режиме должны работать в режиме диспетчерского управления, с возможностью перевода в режим станционного (обгонные пункты) или комбинированного (станции) управления при проведении плановых регламентных работ на инфраструктуре или при возникновении нештатных ситуаций;

- должно обеспечиваться управление движением поездов в режиме диспетчерского управления по обоим путям в обоих направлениях, в том числе – с возможностью установки маршрутов по диспетчерским съездам;

· ***к системе управления движением поездов на перегонах:***

- на перегонах основным средством разграничения попутно следующих поездов должна быть система интервального регулирования без проходных светофоров;

· ***к системе управления движением поездов на станциях:***

– на станциях основным средством управления движением поездов всех категорий должна быть микропроцессорная электрическая централизация стрелок с бесконтактным управлением объектами;

– с точки зрения архитектуры построения, с учетом относительно небольшого количества объектов управления и контроля (стрелок и светофоров) – наиболее эффективным является применение мультистанционных систем централизации;

· ***к системе передачи информации на локомотив:***

– информация о допустимых параметрах движения каждого поезда, включая информацию о местах постоянного или временного ограничения максимальной скорости движения, должна формироваться в радиоблокцентре на основе информации, полученной от УВК центрального поста ДЦ, от бортовых систем безопасности поездов, находящихся на полигоне управления, и от других автоматизированных систем;

– передача на локомотив информации о допустимых параметрах движения по цифровому радиоканалу должна обеспечиваться по каналам стандарта GSM-R;

– информация о количестве свободных блок-участков и показаниях светофоров по маршруту следования поезда должна передаваться посредством путевых устройств многозначной АЛС;

· **система технической диагностики и мониторинга** должна обеспечивать диагностирование работы всех устройств и компонентов системы управления и обеспечения безопасности движения поездов:

– диагностика работы напольных объектов должна выполняться с точностью до устройства;

– микропроцессорные системы управления и обеспечения безопасности движения поездов должны иметь встроенную самодиагностику с точностью до блока или платы компонента системы;

– информация от системы диагностики и мониторинга, в том числе и бортовых устройств должна быть доступна уровню диспетчерского управления в полном объёме, а уровню станционного управления - в объёмах своей зоны управления.

Система железнодорожной автоматики и телемеханики проектируется с учетом:

– технологии организации движения поездов на ВСМ;

– взаимодействие с действующими линиями и неспециализированным подвижным составом;

– технологии обслуживания инфраструктуры и подвижного состава;

– требований к нормам электромагнитной совместимости с подвижным составом и защиты от перенапряжений;

– категорирования объектов по транспортной безопасности и информационной безопасности.

При построении системы нижнего уровня используется опыт проектирования на Малом Московском кольце комплекса устройств ЖАТ, состоящего из микропроцессорной централизации, системы интервального регулирования с плавающими блок-участками без проходных светофоров на базе тональных рельсовых цепей, АЛС-ЕН и радиоблокцентра.

Развитие высокоскоростного движения требует развития инновационных средств диагностики. Проводится работа по реализации меморандума между ОАО «РЖД», компанией «Сименс АГ» и НПЦ ИНФОТРАНС о сотрудничестве в области организации комплексной диагностики состояния инфраструктуры высокоскоростного железнодорожного транспорта.

Целью проекта «ИНФОТРАНС–ВЕЛАРО Rus» является интеграция измерительных систем (ИИС) производства «ИНФОТРАНС» в состав электропоезда «Сапсан» и создание на их основе диагностического комплекса, позволяющего в процессе штатной эксплуатации электропоезда производить измерение и оценку параметров железнодорожной инфраструктуры наиболее актуальных для комплексной диагностики состояния высокоскоростного пути. Это позволит также проводить совместный анализ результатов измерений ИИС и систем выявления участков пути с повышенным уровнем показателей динамики скоростного подвижного состава с целью повышения эффективности эксплуатации электропоездов «Сапсан».

После проведения приемочных испытаний опытный образец ИИС 20.07.2015 введен в подконтрольную эксплуатацию на поезде «Сапсан» ЭВС1-06 в течение 1 года.

Установка диагностического оборудования на электропоезд «Сапсан» позволит реализовать регулярный мониторинг состояния железнодорожной инфраструктуры во всём диапазоне скоростей движения, не нарушая при этом график движения поездов на всех направлениях в условиях реального взаимодействия скоростного подвижного состава и пути. Решение вышеуказанных задач достигается без снижения потребительских характеристик пассажирского состава, так как установка измерительных систем не требует перепланировки вагонов и не приводит к уменьшению количества перевозимых пассажиров.

Новый проект «ИНФОТРАНС-ВЕЛАРО Rus» удовлетворяет всем требованиям, предъявляемым к высокоскоростной диагностике, не имеет аналогов в мире и уникален по целому ряду причин. Проектом предусматривается три этапа оснащения поездов «Сапсан» системами диагностики путевой инфраструктуры и контактной сети. На первом этапе решается задача контроля наиболее ответственных параметров – геометрии пути и рельсов, включая измерение всех видов износов головки рельсов и волнообразного износа, а также эквивалентной конусности. Эквивалентная конусность – это новый параметр, который особенно актуален для высокоскоростных направлений и широко используется на европейских дорогах для оценки динамики взаимодействия подвижного состава с путем. Также в рамках первого этапа в обеих кабинах машинистов поезда устанавливается система обзорного видеонаблюдения, данные которой полностью синхронизированы с результатами измерений. На последующих этапах диагностические возможности поезда «Сапсан» расширятся за счет видеоконтроля верхнего строения пути, его очертаний, контроля габаритов приближения и системы контроля контактной сети. Впервые диагностическое оборудование такой широкой номенклатуры устанавливается на обращающемся пассажирском поезде вообще и высокоскоростном в особенности. Установка оборудования осуществляется

без вмешательства в штатные системы поезда и практически без вмешательства в планировку с сохранением всех пассажирских мест.

Специалисты НПЦ ИНФОТРАНС разработали информационно-измерительную систему, получившую название «MIBIS-AutoHS» (многофункциональная инерциальная бесконтактная измерительная система автоматическая для высокоскоростного движения). Основу «MIBIS-AutoHS» составляют бесплатформенная инерциальная навигационная система и специальные лазерные сканеры. Были выполнены все подготовительные работы под установку в салоне поезда вагона шкафа с оборудованием информационно-измерительной системы.

Этот проект открывает новый класс средств диагностики – автономных высокоточных измерительных систем. Информационно-измерительная система работает полностью в автономном режиме и не требует участия оператора. Наиболее важная информация, получаемая в ходе проезда, автоматически пересылается по выделенному радиоканалу заданным потребителям для оперативного принятия управленческих решений.