

Н. Курган, д. т. н., профессор, заведующий кафедрой «Проектирование и строительство дорог»,
Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. ак. В. Лазаряна

ПРЕДПОСЫЛКИ СОЗДАНИЯ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ МАГИСТРАЛЕЙ В УКРАИНЕ

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: высокоскоростное движение, высокоскоростная магистраль, проектирование трассы, капитальные вложения, перевозки пассажиров, инфраструктура.

УДК 625.11:656.2.022.846



Как показывают данные Минэкономразвития Украины, структура экономики страны такова, что выполнение инфраструктурных проектов влечет за собой пропорциональный рост всей экономической сферы. Для Украины наиболее подходящим является французский опыт организации высокоскоростного пассажирского сообщения.

Во все времена скорость передвижения была тем интегрирующим показателем, который характеризовал развитие пассажирского транспорта и в целом уровень инженерно-технического и экономического развития общества. Первый рекорд скорости, официально зафиксированный на железной дороге Великобритании, — 38,6 км/ч, паровоз «Ракета», 8 октября 1829 года. И вот через 178 лет скорость увеличилась в 15 раз. 3 апреля 2007 года французский поезд TGV на 72-км участке железной дороги между Парижем и Страсбургом развил скорость 574,7 км/ч.

Сегодня в мире введены в эксплуатацию высокоскоростные магистрали (ВСМ), на которых поезда развивают скорость до 350 км/ч. Наибольшую длину ВСМ в Европе имеют Испания, Франция, Германия, Италия. Наиболее быстро развиваются высокоскоростные перевозки в Испании и Китае. Общая длина ВСМ составляет около 22 тыс. км, из них в Европе эксплуатируется более 6 тыс. км, а полигон, где обращаются высокоскоростные поезда с учетом реконструированных железных дорог, составляет более 16 тыс. км.

В передовых в техническом отношении странах уже не ставится вопрос о необходимости строительства ВСМ, там ведется поиск оптимальных схем финансирования для реализации таких проектов.

Целью данной работы является анализ различных моделей организации высокоскоростного движения в наиболее развитых странах и на этой основе оценка возможностей Украины в подготовке к проектиро-

ванию и строительству высокоскоростных магистралей.

■ Научные разработки по проблеме

Первые серьезные научные разработки по повышению скоростей движения на существующих железных дорогах были выполнены в 60–70-х гг. прошлого века и нашли отражение в трудах О. Ершкова, М. Чернышова, А. Иоаннисяна и других ученых. Особого внимания заслуживает монография коллектива авторов, посвященная высокоскоростному пассажирскому движению, в которой рассмотрены сферы рационального использования высокоскоростного железнодорожного транспорта и его технические возможности, особенности инфраструктуры для высокоскоростного движения, социально-экономическое значение [1].

Проблемой создания в Украине высокоскоростного транспорта более 20 лет занимается Днепропетровский национальный университет железнодорожного транспорта им. ак. В. Лазаряна (ДНУЖТ). Это совместные работы с Днепрогипротрансом, Киевгипротрансом, Институтом технической механики, подготовленные монографии [2; 3] и другие опубликованные труды.

Экспериментальные исследования по реализации высоких скоростей в Украине относятся к началу 70-х гг. XX ст. В 1972–1973 гг. ученые Днепропетровского отделения института механики Академии наук Украины и Днепропетровского института инженеров железнодорожного

транспорта провели на действующем участке Баловка – Березановка Приднепровской железной дороги опытные поездки вагона-лаборатории с реактивной тягой со скоростью до 250 км/ч. Большей скорости развить не удалось из-за ограничения силы тяги двигателей и длины прямого участка. Цель испытаний состояла не в установлении рекорда скорости, а в изучении взаимодействий в системе «колесо–рельс». Результаты позволили проверить и уточнить методы исследования устойчивости движения подвижного состава и дать научно обоснованные рекомендации, направленные на совершенствование ходовых частей локомотивов и вагонов с целью увеличения скорости их движения и уменьшения динамических нагрузок.

Для решения задачи введения в Украине высокоскоростного движения поездов нужен системный подход, который включает анализ мирового опыта, исследование предпосылок к организации высокоскоростного движения поездов в Украине, способы стыковки отечественной сети железных дорог с европейской, проектирование трассы ВСМ, что подразумевает разработку требований и нормативов по проектированию плана и продольного профиля и т. д. Взаимосвязь между отдельными блоками этой системы представлена на рисунке 1.

► Первые предпроектные предложения

Железнодорожная сеть Украины органично вписывается в европейскую через Польшу, Словакию, Венгрию, Румынию, Молдову (рис. 2). Однако выгодное с точки зрения транспортных перевозок геополитическое расположение Украины не используется в полной мере. Выход из этой ситуации изложен в Концепции [4]. Кроме реконструкции существующих, предполагается строительство новых линий по технологическим параметрам, обеспечивающим движение высокоскоростных поездов со скоростью 300–350 км/ч, что соответствует современным международным стандартам.

Владимир Корниенко: председатель Совета Федерации железнодорожников Украины:

«С позиции критерия дальности перевозок (по условиям утомляемости пассажира время нахождения в пути не должно превышать 4 часа) на высокоскоростном электрическом транспорте при скорости 200–500 км/ч можно проехать 800–2000 км. Такой транспорт может быть использован в Украине и как внутригосударственный, и как транзитный межгосударственный в транспортных коридорах «север – юг» и «запад – восток».

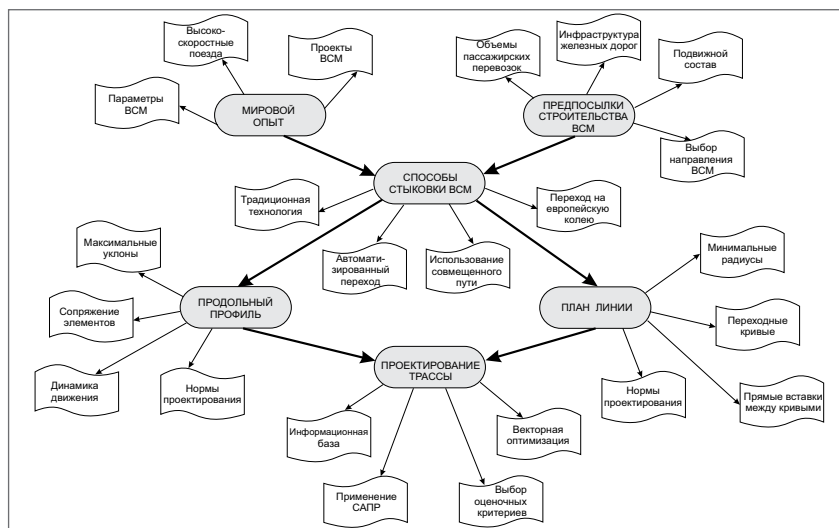


Рис. 1. Системный подход к организации высокоскоростного движения поездов в Украине

В 1969–1974 гг. был выполнен комплекс научно-исследовательских и предпроектных работ по определению параметров специальных железнодорожных линий для движения пассажирских поездов со скоростью 250 км/ч и разработаны предложения по строительству ВСМ по наиболее загруженному в те годы направлению Центр – Юг: Москва – Крым, Кавказ. Выбор такого направления обосновывался тем, что к расчетному 1990 году на новой двухпутной магистрали Москва – Харьков – Лозовая и далее, разветвляющейся на Ростовна-Дону, Минеральные Воды, Краснодар и Симферополь, предполагалось движение от 30 до 93 пар пассажирских поездов со скоростью до 250 км/ч и не менее 6 пар ускоренных рефрижераторных и контейнерных поездов со скоростью до 160 км/ч.

В качестве первых проектных работ новой специализированной пассажирской магистрали для скоростей движения до 250 км/ч было выполнено трассирование ВСМ от

Москвы на Юг (район Минеральных Вод). В этой работе принимал участие и ДИИТ. Впервые были обоснованы основные технические параметры и нормы проектирования ВСМ, многие из которых актуальны до настоящего времени. Однако в связи с неблагоприятной экономической ситуацией в тот период научные и проектные работы по тематике ВСМ были приостановлены.

Дальнейшее развитие комплексные исследования систем высокоскоростного транспорта получили только спустя 15 лет. В 1987 году Госплан, МПС, Государственный комитет по науке и технике и Академия наук СССР приступили к разработке концепции создания специализированных железнодорожных магистралей для движения поездов со скоростью 300–350 км/ч, а в 1988 году была принята Государственная научно-техническая программа «Высокоскоростной экологически чистый транспорт», предусматривающая создание ВСМ «Центр – Юг» (рис. 3).



Рис. 2. Перспективні напрямки високошвидкісних магістралей

В процес виконання Програми, крім ВНИИЖТ і отраслевих науково-дослідницьких інститутів, включилися і вищі навчальні заклади, в т. ч. і ДІИТ. Решалась задача виходу з ВСМ Центр – Юг в такі великі міста, як Орел, Курськ, Харків, Дніпропетровськ, Запоріжжя, Донецьк, Ростов-на-Дону по запроєктованим відгалуженням. Була дана чітка установка проєктувальникам, що вхід до ВСМ на існуючі станції повинен здійснюватися в одному рівні. З урахуванням цих вимог ДІИТ проводив дослідження по примиканням до ВСМ до міст Дніпропетровськ, Запоріжжя і Донецьк. Наскільки складним рішенням є таке рішення, покажемо на одному прикладі.

ВСМ Центр – Юг перетинає існуючу залізничну магістраль Донецьк – Волноваха в районі ст. Доля (1156 км). Для виходу швидкісних поїздів до ВСМ на ст. Донецьк було передбачено спорудження на ВСМ проміжної станції Доля Нова (на 985 км), який двохпутним ділянкою нової траси з'єднується зі ст. Доля (1154 км). Довжина цього ділянки по парній дорозі 4,9 км, з яких 2,7 км — нова лінія; по непарній дорозі 8,2 км, з яких 6,9 — нова лінія. Далі швидкісні поїзди до ст. Донецьк (19,8 км) будуть рухатися по існуючій двохпутній лінії Доля – Донецьк. Загальна довжина заходу в г. Донецьк — близько 28 км.

Світова практика показує, що можуть бути і інші рішення. Наприклад, в Мадриді, Берліні і інших містах до ВСМ входять на діючі станції або на естакадах на верхньому поверсі, або в тунелях в підземних приміщеннях.

► **Вибір рівня максимальної швидкості і обмежувального ухилу**

В 70-х рр. ХХ ст. проєктні розробки робилися на рівні максимальної швидкості 250 км/ч, в 90-х рр. — на 300–350 км/ч. Верхній меж швидкості встановлюється в відповідності з технічними можливостями, вимогами безпеки, екологічними вимогами і допустимою величиною капітальних витрат і експлуатаційних витрат, що визначає економічні показники проєкту. Сьогодні для більшості до ВСМ верхній меж швидкості становить 300 км/ч. Ряд до ВСМ, побудованих в останні роки або знаходячися в процесі будівництва, запроєктовані для максимальної швидкості руху 350 км/ч. До них відносяться до ВСМ Кельн – Франкфурт-на-Майні (Німеччина), Мадрид – Барселона (Іспанія), Східна до ВСМ (Франція), кілька нових до ВСМ в КНР.

Дослідження показують, що витрати, пов'язані з рухом висо-

швидкісних поїздів, суттєво залежать від опору повітряного середовища. Він має два основні компоненти: пропорційну швидкості швидкості до квадрата, т. е. величині швидкості в квадраті, і пропорційну тертя поверхні поїзда до повітря, т. е. значенню швидкості в першій ступені.

Встановлено, що при підвищенні швидкості понад 350 км/ч суттєво зростають капітальні витрати і експлуатаційні витрати, включаючи оплату енергії, а також загальна емісія CO₂ і генерація шуму при русі поїздів. Як наслідок, сьогодні в світі не побудовано жодної до ВСМ на швидкість руху понад 350 км/ч.

Можливо вважати, що в найближчій перспективі максимальна швидкість 350 км/ч для до ВСМ буде оптимальною. Це дозволяє забезпечити величини маршрутної швидкості порядку 250–260 км/ч і час в дорозі до 3 год.

Очевидно, що нижнім межом для до ВСМ є максимальна швидкість 250 км/ч, яка в транспортних коридорах довжиною до 600–800 км забезпечить час в дорозі не більше 5 год.

За думкою спеціалістів Японії, Франції, Італії, ФРН і ряду інших країн, максимальна конструкційна швидкість повинна бути на 10 (а краще на 15–20%) вище реалізуваною в експлуатації.

Для стабільного забезпечення значень 350–400 км/ч в експлуатації, як випливає з сказаного вище, потрібно мати конструкційні швидкості 400–450 км/ч, що, з нашого погляду, дуже проблематично при відсутності сьогодні відповідного подвижного складу.

З рівнем швидкості пов'язаний вибір такого параметра траси, як крутизна обмежувального ухилу профілю шляху. Він є одним з найбільш важливих при проєктуванні високошвидкісних магістралей, так як в значительній мірі визначає будівельні і експлуатаційні показники. Дані про вибір крутизни обмежувального ухилу на подібних лініях за кордоном достатньо суперечливі.

чивы (от 12% в Италии до 35–40% во Франции и Германии).

В случае проектирования трассы исключительно для пассажирского движения с применением подвижного состава повышенной мощности, могут использоваться ограничивающие уклоны до 35‰, что позволяет прокладывать трассу по кратчайшему направлению.

► Перспективы развития высокоскоростного движения в Украине

Задание на разработку Концепции организации высокоскоростного движения поездов в Украине было поставлено Академией наук Украины и Укрзализныцей еще в 90-е гг. XX ст. В 1992–1993 г. Днепропетровский государственный проектно-исследовательский институт (Днепрогипротранс) сделал выбор направления трассы высокоскоростной магистрали (рис. 4), а ДИИТ, основываясь на зарубежном опыте, обосновал основные технические параметры ВСМ Киев – Запад.

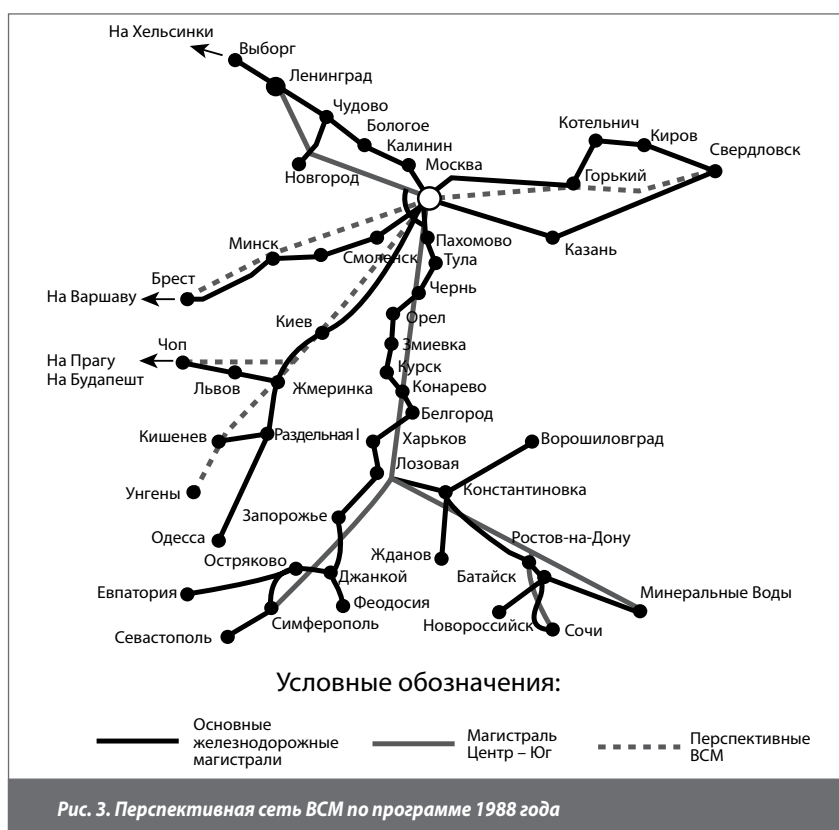
Эти разработки включены в топологию сети скоростных и высокоскоростных железных дорог Восточной Европы.

В качестве ВСМ первой очереди был предложен вариант новой двухпутной электрифицированной железной дороги Киев – Шепетовка – Львов – Западная граница, по которой будут двигаться поезда со скоростью до 220 км/час.

Как показывает мировая практика, все действующие ВСМ построены на направлениях с большим и очень большим пассажиропотоком, постоянным в течение всего года, что является главной предпосылкой экономической эффективности такой транспортной системы.

При выполнении перспективных расчетов использована модель прогнозирования потребности в пассажирских перевозках, отработанная в рамках программы TACIS с участием компаний EPV Europrojrkt Verkehr (Германия), SGTE (Англия), ГипротрансТЭИ (Россия), Transmark (Англия), Трансполис (Украина). Гибкая модель прогнозирования спроса

”
Юзеф Тулей, начальник Департамента пути Укрзализныци:
 «Вследствие различных требований к устройству, оборудованию и содержанию инфраструктуры путевого хозяйства эксплуатация участков пути со скоростями движения поездов более 160 км/ч должна осуществляться на отдельных выделенных направлениях при отсутствии грузового движения».
 ”



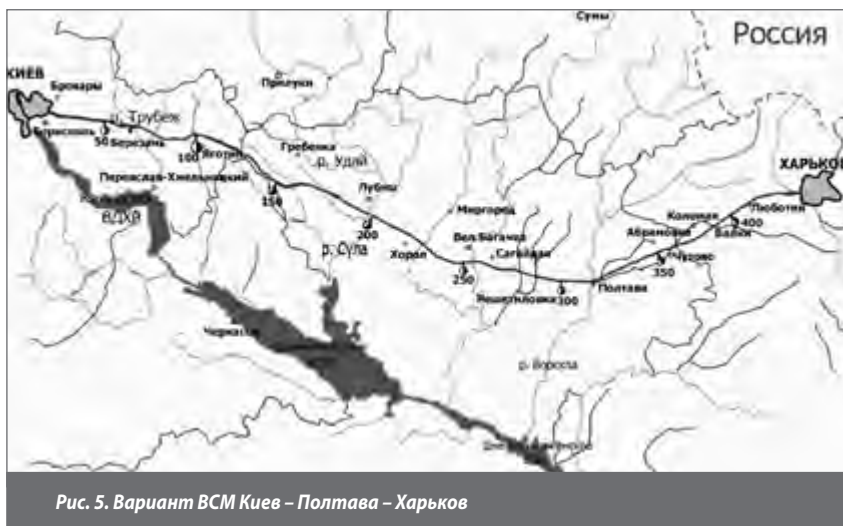
на перевозки использует статистические данные и экспертную оценку специалистов.

С учетом прогнозных данных предполагается, что в 2035–2040 гг. на всей сети ежегодно услугами высокоскоростной сети будут пользоваться около 130 млн пассажиров, ежедневно — 356 тыс. пассажиров. Указанные объемы перевозок отвечают ежегодному обороту 54 млрд пасс-км.

Исходя из задач создания высокоскоростной сети железных дорог, географического положения Украины, административного деления регионов, расположения городов и экономической ситуации, специалистами компании «SYSTRA» и ДИИТ была предложена сеть высокоскоростных магистралей общей протяженностью более 3 тыс. км.

Проектом Концепции организации высокоскоростного движения поездов на главных транспортных направлениях Украины [4] в качестве первоочередного для введения движения поездов со скоростью 300–350 км/ч был определен участок Киев – Харьков. Однако сразу возникла проблема в выборе концептуальной модели организации высокоскоростного движения.

В силу различных факторов и причин в разных странах мира развитие высокоскоростного движения пассажирских поездов проходит своим путем, в несколько этапов и, конечно, различные концепции имеют свои особенности. С некоторой долей приближения сегодня можно выделить три основных концептуальных подхода к инфраструктуре и организации высокоскоростного движения.



Японська і іспанська концепції передбачають спорудження ВСМ, путевая система котрої незалежна від остальної залізничної мережі країни. Французька концепція передбачає спорудження нових ВСМ, що входять до загальної мережі, але призначених тільки для високошвидкісного руху. Італійська і німецька концепції передбачають комплексну реконструкцію залізничних напрямків, при якій здійснюється спорудження високошвидкісних ділянок і, одночасно, модернізація існуючих ліній з метою організації швидкого і високошвидкісного руху при нормальній ширині колії 1435 мм.

В Україні передпроектні розробки були виконані Київгіпротрансом. Основні критерії вибору напрямку проходження траси базувалися на збалансованому урахуванні наступних принципово важливих вимог: максимального скорочення довжини ВСМ, максимального забезпечення оптимальних техніко-експлуатаційних і будівельних показників лінії (скорочення

кількості кривих, великих штучних споруджень, об'ємів земляних робіт, зносу споруджень і т. д.), скорочення площі займаних земель, забезпечення нормативних екологічних і санітарних вимог по населених пунктах в зоні впливу ВСМ.

Траса лінії прокладався з відхиленням від найкоротшого напрямку тільки в важких топографічних умовах, а також для обходу населених пунктів, історичних заповідників (г. Полтава), великих водойм і ін. Учитувалося також те обставина, що наближення ВСМ до існуючої залізничної дороги дозволить зекономити витрати на спорудження між ними технічних з'єдинень, витрати на спорудження самої ВСМ (за рахунок удешевлення доставки матеріалів, техніки по існуючій лінії, організації робіт на широких фронтах, можливості маневру трудовими і матеріальними ресурсами), а також скоротити строки будівництва.

По прийнятому варіанту (із чотирьох розглянутих) високошвидкісна магістраль примикає до існуючої лінії на підходах до г. Києва в районі зупинного пункту Лесное, на підходах до г. Харкова — в районі ст. Совнаркомівська.

Таким чином, передбачається спорудження нової електрифікованої двупутної лінії довжиною 440 км, шириною колії 1520 мм, спеціалізованої виключно для руху високошвидкісного пасажирського транспорту з окремими технологічними з'єднаннями ВСМ з існуючою загальною мережею залізничних доріг (рис. 5). При цьому високошвидкісні поїзди будуть виходити на існуючу лінію Київ – Полтава – Харків з метою обслуговування їх на існуючих пасажирських станціях, але поїздам існуючої лінії вихід на високошвидкісну буде заборонено. Час поїздки 1,5 год, маршрутна швидкість близько 280 км/год.

В проектних роботах по організації високошвидкісного руху від Києва в напрямку Західної межі і Москви, розроблених Київгіпротрансом, вибір варіанта траси вироблявся як найкращий з кількох розглянутих. Завдяки використанню геоінформаційної комп'ютерної програми в сучасних умовах кількість порівнюваних варіантів може бути значно більшою.

Виконані дослідження дозволили визначити основні експлуатаційно-технічні параметри і будівельні нормативи для проектування ВСМ Київ – Харків, встановити можливі варіанти проходження траси і вибрати найбільш прийнятний варіант для подальшого проектування, намалювати технічні і організаційно-технологічні питання, пов'язані з впровадженням в Україні високошвидкісного руху поїздів.

Проектні розробки напрямків високошвидкісних магістралей продовжувалися. В 2008 році були проведені дослідження по створенню ВСМ Західна межа – Ковель – Київ. В 2011 році аналогічна робота виконана в напрямку Київ – Москва.

Вартість будівництва (в цінах 2011 року), віднесена до 1 км довжини

линии, составила €17–22 млн, срок строительства — 6–8 лет.

Сумма инвестиций в высокоскоростные линии включает стоимостные затраты на отчуждение земель, земляные и строительные работы, искусственные сооружения (мосты, путепроводы, виадуки и т. д.), верхнее строение пути, энергоснабжение, системы сигнализации и связи. Усредненное процентное соотношение расходов, входящих в стоимость строительства ВСМ в Украине, приведено на рисунке 6.

Выводы

Строительство предлагаемой сети высокоскоростных железных дорог в Украине должно осуществляться в несколько этапов. Реализация первого этапа обеспечит введение скоростного движения между г. Киевом и основными областными центрами: Харьковом, Днепропетровском, Львовом, Одессой и др. Задача второго этапа — создание сети высокоскоростных магистралей с технико-эксплуатационными параметрами, обеспечивающими движение высокоскоростных экспрессов со скоростью 300 км/ч.

Внедрение сети ВСМ в Украине потребует значительных инвестиций на строительство транспортной инфраструктуры и закупку подвижного состава. Многие вопросы возникают с отводом земли под строительство, стоимостью земельных участков, возможностью участия частного капитала, организацией строительства.

Специфическое предназначение ВСМ определяет особые требования к ее проектированию и строительству. С одной стороны, необходимость реализации высоких скоростей требует применения в кривых участках пути радиуса не менее 5000–6000 м, с другой стороны, специализация исключительно для пассажирского движения с применением подвижного состава повышенной мощности позволяет применять ограничивающие уклоны до 35‰ и прокладывать трассу по кратчайшему направлению.

Выбор типа подвижного состава требует дополнительных исследова-



Рис. 6. Составляющие стоимости строительства ВСМ, %

ний. В настоящее время отсутствует подвижной состав колеи 1520 мм, позволяющий развивать скорости 300–350 км/час.

Выполненные исследования по строительству ВСМ Госграница – Ковель – Киев, Киев – Москва позволили установить ориентировочную стоимость строительства, которая составила (в ценах 2011 года) около €20 млн на 1 км магистрали, что соответствует опыту зарубежного строительства. Строительство ВСМ на территории Украины может быть выполнено силами украинских строительных организаций. Требуется закупка по импорту подвижного состава и, частично, оборудования для систем энергоснабжения, сигнализации и связи.

Следует отметить, что внедрение высокоскоростного движения на территории Украины вместе со скоростными линиями Киев – Львов, Киев – Одесса, Киев – Харьков, Киев – Днепропетровск позволит создать единую сеть скоростного движения, которая будет привлекательной для пользователей, что в свою очередь будет способствовать увеличению количества транзитных пассажиров на направлениях Запад – Украина – Северо-Восток.

Экономическая интеграция стран Европейского Союза позволяет увеличивать потоки пассажиров в межгосударственном сообщении. Это обстоятельство приводит к решению проблемы соединения национальных высокоскоростных магистралей в единую европейскую сеть. Реализация европейской программы расширения высокоскоростной сети на

страны Восточной Европы и СНГ позволит железным дорогам Украины интегрировать в скоростную сеть Европы.

Проведенными исследованиями установлено, что концептуальная модель развития высокоскоростного движения поездов в Украине может базироваться на использовании французского опыта организации высокоскоростного пассажирского сообщения как более оптимального для условий Украины по совокупности ряда своих особенностей и характеристик.

Поступило в редакцию
13.03.2015 г.

Список литературы:

1. Высокоскоростное пассажирское движение (на железных дорогах) / под ред. Н. В. Колодяжного. — М.: Транспорт, 1976. — 416 с.
2. Босов А. А. Формирование вариантов рациональной сети линий высокоскоростного движения поездов в Украине: монография / А. А. Босов, Г. Н. Кирпа. — Днепропетровск: ДНУЖТ им. ак. В. Лазаряна, 2004. — 144 с.
3. Железные дороги мира в XXI веке / под общ. ред. Г. Н. Кирпы. — Днепропетровск: ДНУЖТ им. ак. В. Лазаряна, 2004. — 224 с.
4. Розробка концепції впровадження швидкісного та високошвидкісного руху пасажирських поїздів на залізницях України в 2005–2015 роках // Дніпропетр. нац. ун-т заліз. трансп. ім. ак. В. Лазаряна. — Дніпропетровськ, 2004. — 127 с.