

А. Огороков, Н. Логвінова, О. Папахов, М. Березовий,
Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту ім. ак. В. Лазаряна

ОСНОВНІ ПРИНЦИПИ ОРГАНІЗАЦІЇ ВИСОКОШВИДКІСНОГО РУХУ ТА МОДЕЛІ ЙОГО ЕКСПЛУАТАЦІЇ

Інтеграція України до транспортної системи Європейського Союзу вимагає докорінних змін на всіх видах транспорту, як у якісному, так і в технічному плані. Поряд із підвищенням рівня транспортного сервісу, спектра послуг, що надаються, надійності та безпеки перевезень, з'являється необхідність у створенні нових та подальшому розвитку існуючих транспортних систем, зокрема створення високошвидкісного залізничного транспорту.

Високошвидкісний транспорт — наземний залізничний транспорт, що забезпечує рух швидкісних поїздів зі швидкістю понад 250 км/год по спеціалізованих коліях, або 200 км/год по існуючих. Рух таких поїздів, як правило, здійснюється по спеціально виділених залізничних коліях — високошвидкісних магістралях (ВШМ) або на магнітному підвісі (маглев).

Більшість європейських країн мають на своїй території більш-менш розвинену мережу високошвидкісного руху, географія якої спланована таким чином, що утворює єдину швидкісну мережу.

Сучасні високошвидкісні залізничні сполучення по всьому світу досить успішно конкурують з іншими видами транспорту, зокрема з авіаційним. Порівняно з останнім, високошвидкісні залізничні перевезення навіть мають низку переваг, основні з яких:

- безпека;
- незалежність від метеоумов;
- екологічність;
- гнучкість цін;
- емоційний та фізіологічний комфорт пасажирів;
- захист від терористичної загрози тощо.

Критерії емоційного та фізичного комфорту тісно пов'язані, при їх оцінці враховують параметри питомого простору на пасажирів, вібрації, шуму, стану повітря, температури, зручності місць та ін. Останній критерій, як пра-

вило, є найбільш актуальним при організації високошвидкісного руху.

Не набагато програють високошвидкісні перевезення й у часі поїздки. Порівняння залежностей загального часу поїздки від швидкості та відстані щодо залізничного та авіатранспорту наведено на рисунку 1.

Основні принципи організації високошвидкісного руху були сформульовані в рамках роботи Міжнародного союзу залізниць (МСЗ).

Перший принцип установлює, що високошвидкісний залізничний рух вимагає побудови складної комплексної системи, що включає в себе різноманітні компоненти:

- норми, правила, технології проектування та будівництва залізничної колії, штучних споруд, систем електропостачання, СЦБ і зв'язку, станційного господарства та вокзальних комплексів, рухомого складу;
- норми, правила й процедури обслуговування станційних пристроїв і рухомого складу;
- систему фінансування;
- процедури маркетингу, принципи й системи управління.

Другий принцип визначає, що високошвидкісні залізничні системи повинні бути уніфіковані за функціональним призначенням, але можуть відрізнятися за виконанням, експлуатаційними характеристиками, комерційними та вартісними показниками.

Наразі в різних країнах застосовуються різні моделі експлуатації високошвидкісних магістралей, вибір яких залежить від початкових умов, рівня фінансування та техніко-технологічного рівня країни. Варіанти моделей експлуатації ВШМ визначаються комбінацією чотирьох складових — видом експлуатованого рухомого складу (типом поїздів) і типом ліній (рис. 2):

- високошвидкісні поїзди;
- «класичні» поїзди;



Проаналізовано закордонний досвід організації високошвидкісних залізничних перевезень, а також досліджено основні принципи організації, моделі експлуатації та управління, технічну оцінку ліній високошвидкісних магістралей.

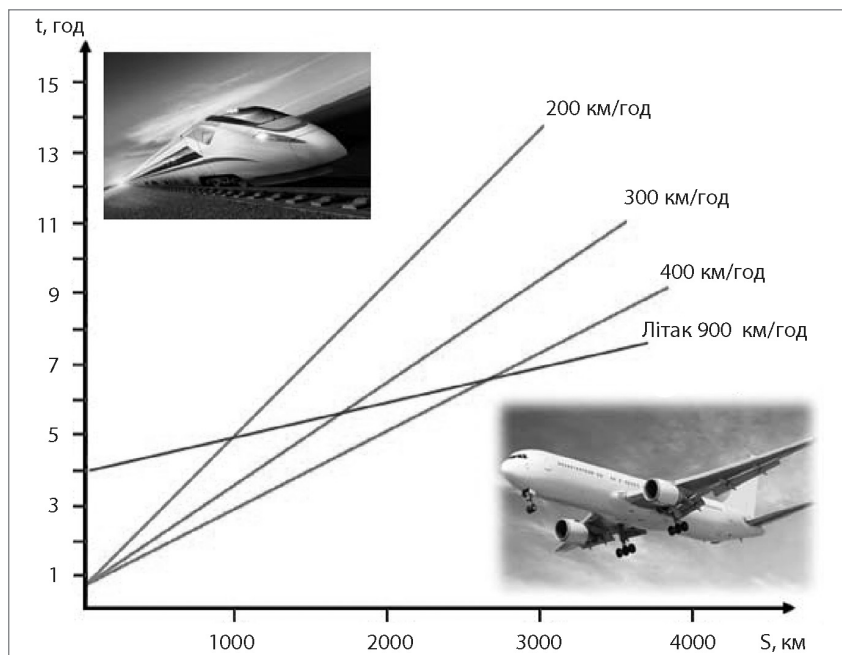


Рис. 1. Порівняння часу подорожі високошвидкісним залізничним та авіаційним транспортом

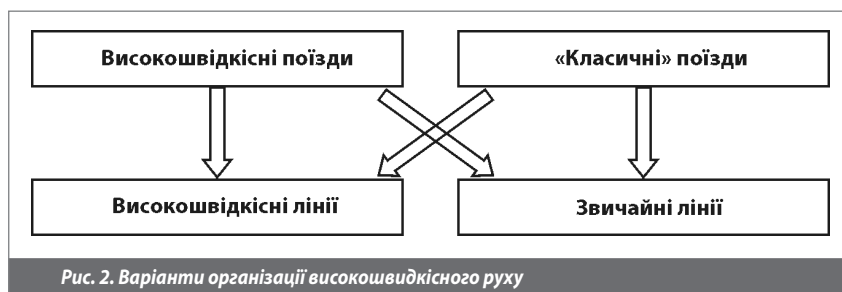


Рис. 2. Варіанти організації високошвидкісного руху

— високошвидкісні залізничні лінії;
— звичайні залізничні лінії.

Перша модель систем високошвидкісного сполучення — повністю спеціалізована. Вона характеризується повним поділом між ВШМ і звичайними залізничними магістра-

лями, кожна з яких має власну інфраструктуру. Це зазвичай новозбудовані лінії, зі спеціальними пристроями для забезпечення безпеки руху. Прикладом може слугувати японська модель. Основним стимулом для будівництва окремих високошвидкісних

магістралей у Японії стала вузька колія «традиційних» залізниць — 1067 мм, що давало можливість сягнути швидкості лише 110 км/год. Нова колія в 1453 мм дала можливість організувати рух зі швидкістю 210 км/год (з подальшим збільшенням до 270 км/год) з жорстким графіком руху. На сьогодні загальна довжина мережі становить близько 3000 км.

Друга модель — змішана. Високошвидкісні поїзди експлуатуються й на спеціально побудованих нових лініях, і на модернізованих ділянках звичайних ліній. Основна перевага цієї моделі, яка зробила її популярною в багатьох країнах, — менші витрати на організацію високошвидкісного руху за рахунок часткового використання існуючої інфраструктури. Приклад: Французька і Китайська моделі (рис. 3). Деякі дослідники [1] вважають, що найбільш прийнятним для України є досвід Франції.

Третя модель — змішана традиційна. При цьому деякі звичайні поїзди експлуатуються на ВШМ. Основними перевагами такої моделі є збереження наявного рухомого складу й витрат на його обслуговування, а також гнучкість для забезпечення проміжного високошвидкісного руху на певних маршрутах. Прикладом може слугувати Іспанська модель, де рейкова система ВШМ нормальної колії 1435 мм також відокремлена від загальної мережі залізниць із колією 1668 мм. У Японії та Іспанії на ВШМ побудовані спеціальні залізничні

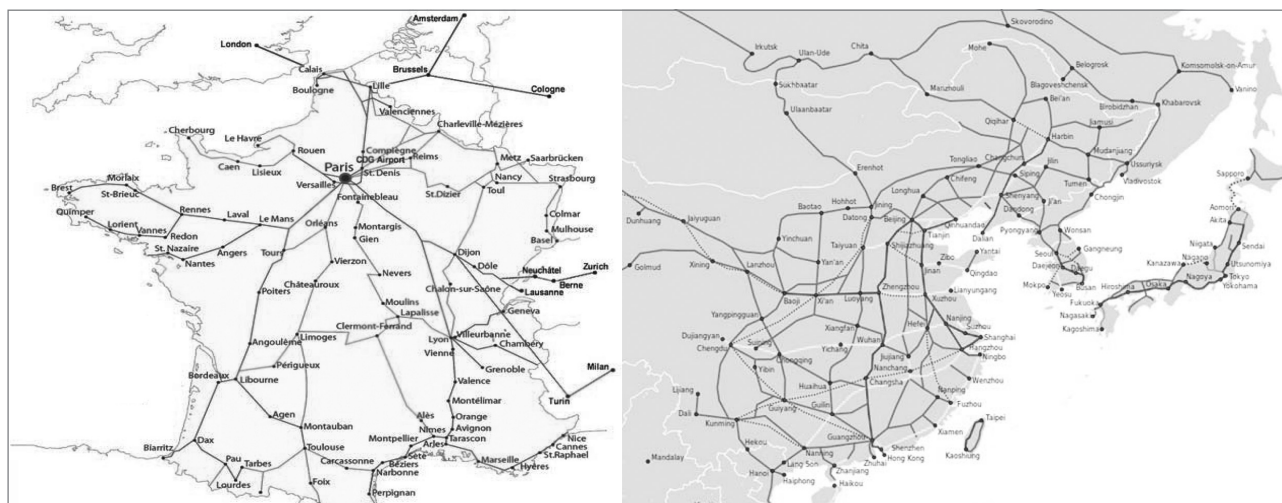


Рис. 3. Схеми високошвидкісних магістралей у Франції (зліва) та Китаї (справа)

станції, але в низці випадків для високошвидкісних поїздів колії підведені до платформ існуючих залізничних вокзалів.

Четверта модель — повністю змішана. Забезпечує максимальну гнучкість, оскільки це той випадок, коли й високошвидкісні й звичайні поїзди можуть працювати (з відповідними швидкостями) на кожному виді інфраструктури. Платою за цю універсальність є значне збільшення витрат на технічне обслуговування. Приклад — німецька змішана модель — частка спеціалізованих ліній на мережі залізниць Німеччини становить 26% (3% — окремі пасажирські та 23% — вантажні), що визначається рухом різних категорій поїздів на лініях. На ВШМ Німеччини експлуатується п'ять категорій пасажирських поїздів:

- 15 поїздів типу ICE 3, що рухаються зі швидкістю до 300 км/год за маршрутом Дортмунд – Кельн – Франкфурт – Мюнхен;
- 15 поїздів типу ICE 1, швидкість руху до 280 км/год, маршрут — Гамбург – ГанOVER – Мюнхен;
- 10 поїздів ICE-T, швидкість руху до 230 км/год, маршрут Гамбург – Берлін – Мюнхен;
- 10 регіональних поїздів, що рухаються зі швидкістю до 200 км/год за маршрутом Нюрнберг – Мюнхен;
- 16 приміських поїздів, що рухаються за маршрутом Алесберг – Нюрнберг.

У процесі будівництва нових ділянок і ліній було впроваджено багато технічних нововведень, наприклад шлях на жорсткій основі, що укладається в тунелях і на відкритих високошвидкісних ділянках. До нововведень також належать:

- система цифрового радіозв'язку на базі GSMR;
- системи мікропроцесорної централізації;
- дистанційне керування великими залізничними вузлами з центрального диспетчерського пункту (наприклад, на NBS Кельн – Франкфурт-на-Майні);
- ETCS — європейська система управління рухом поїздів, уперше випробувана на ділянці Берлін – Галле / Лейпциг [2].

МСЗ визначає загальні принципи поділу ліній на швидкісні групи:

- 1 група — 200–250 км/год — швидкісні, звичайні магістральні залізниці, що пройшли реконструкцію;
- 2 група — 250–300 км/год — високошвидкісні, спеціально побудовані високошвидкісні лінії;
- 3 група — понад 300 км/год — надзвичайно високошвидкісні, спеціально побудовані, високошвидкісні лінії.

У різних країнах законодавчо встановлюються швидкісні групи руху високошвидкісних поїздів на лініях.

Швидкісні групи встановлюють максимальне значення швидкості на лінії. Зміна швидкостей у межах зон розгону й уповільнення визначають-

ся технічними характеристиками рухомого складу або, як термінологічно прийнято в ЄС, типом поїзда.

До факторів, що зумовлюють розподіл ліній ВШМ на швидкісні групи, належать:

- аеродинаміка рухомого складу;
- тягові та гальмівні потужності рухомого складу;
- динамічна стійкість рухомого складу;
- механічний опір шляху;
- пристрої сигналізації, централізації та блокування;
- надійність струмоприймачів;
- організація безпечного руху поїздів.

Фактори аеродинаміки, тягових і гальмових потужностей, динамічна стійкість рухомого складу зумовлю-



Рис. 4. Різні види високошвидкісних поїздів

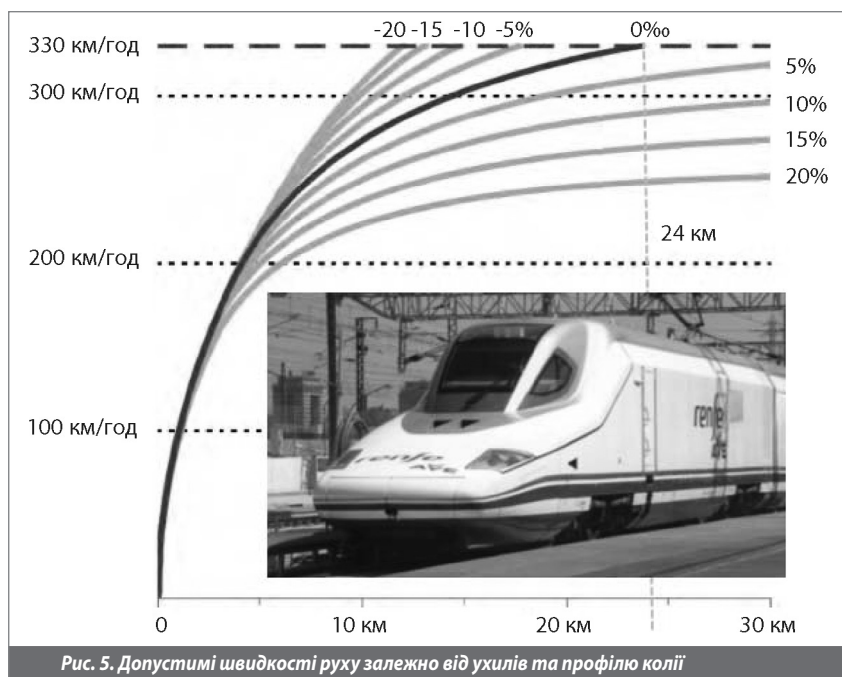


Рис. 5. Допустимі швидкості руху залежно від ухилів та профілю колії

ються конструкційними особливостями високошвидкісних поїздів.

На сьогодні використовуються такі принципи рішення:

- концентрована тяга (локомотивний варіант — сімейство поїздів TGV, експлуатаційна швидкість 320 км/год) і розподілена тяга (моторвагонний варіант — японські високошвидкісні поїзди Сінкансен, ICE 3 (Німеччина), Velaro RUS (Сапсан, Росія), конструкційна швидкість 250 км/год) (рис. 4, а) [3];
- окремі вагони (індивідуальні візки — Velaro CRN для Китаю, конструкційна швидкість 380 км/год) і зчленовані вагони (проміжні візки — сімейство поїздів TGV, експлуатаційна швидкість 320 км/год) (рис. 4, б);
- одноповерхові й двоповерхові вагони (сімейство поїздів Euro Duplex) (рис. 4, в).

Фактори механічного опору колії визначаються, з одного боку, конструкцією колії, а з іншого — планом і профілем ділянки руху поїздів (рис. 5). Необхідно також урахувати й наявність заходів щодо зниження (підвищення) коефіцієнта тертя по зоні контакту «коесо – рейка».

Значення фактора механічного опору колії визначається також параметрами її кривизни. Високошвидкісний рух вимагає при невеликих величинах кривизни колії більшого підйому віражу (величини підвищен-

ня зовнішньої рейки на кривій) порівняно зі звичайними залізничними магістралями і, навпаки, при неможливості збільшення підйому віражу — максимізації величини кривизни.

Швидкість руху поїзда безпосередньо залежить від напруги на контактному дроті в струмоприймача. Наприклад, зниження напруги з 3 до 2,7 кВ призводить до втрати потужності електропоїзда на 15% і зменшення середньої швидкості на перегоні на 7–9%.

Фактор надійності струмоприйому визначається якістю механічної взаємодії струмоприймача та контактної підвіски, ступенем сталості контактного натискання. При значних коливаннях температури, ожеледі та сильному вітрі параметри ковзного контакту між контактним проводом і струмоприймачем повинні повністю зберігатися.

Сучасні розробки українських виробників тягового та моторвагонного рухомого складу дозволяють налагодити виготовлення локомотивів та вагонів для організації високошвидкісного руху на мережі. Однак на сьогодні через відсутність попиту більшість дослідницьких та проектно-конструкторських робіт заморожені або зупинені. Розробки, виконані в Російській Федерації, дають можливість рухатися зі швидкістю до 250 км/год, при цьому до чемпіонату світу з футболу 2018 року планується побудувати мережі

нових залізничних ліній зі швидкістю руху до 320 км/год [3].

ВИСНОВКИ

На сьогодні високошвидкісний рух активно розвивається по всьому світу, найбільше в країнах Азії та Європейському Союзі. Україна, яка за своїм географічним положенням займає місце своєрідного «транспортного мосту» між Європою та Азією, дотепер майже не використовує цього потенціалу щодо високошвидкісного руху.

Побудова мережі ВШМ на території України дозволить збільшити потік як внутрішньодержавних, так і транзитних пасажирів, однак лише за умови з'єднання національної мережі ВШМ з єдиною європейською мережею.

Основною перешкодою для цього є достатньо висока вартість побудови такої мережі та придбання відповідного рухомого складу. Орієнтовна вартість побудови 1 км ВШМ в Україні становить близько €20 млн, що хоча й відповідає європейському досвіду будівництва, проте наразі є непідйомним для державного бюджету. Один із шляхів вирішення цього питання може стати залучення закордонних інвестицій, для чого останнім часом активно проводиться низка структурних реформ у сфері залізничного транспорту.

Однак, зважаючи на повільний хід реформування, можна стверджувати, що до побудови повноцінної мережі ВШМ в Україні мине щонайменше 10 років, що, урахувавши поточний стан залізничного транспорту, досить небагато.

Список літератури:

1. Курган Н. Предпосылки создания высокоскоростных магистралей в Украине / Н. Курган // Українські залізниці, № 5–6 (23–24). — 2015. — С. 16–21.
2. Киселев И. П. Высокоскоростные железные дороги / И. П. Киселев, Е. А. Сотников, В. С. Суходоев // СПб., 2001. — 216 с.
3. Якунин В. И. В будущее России — с высокой скоростью / В. И. Якунин // М. : Научный эксперт, 2012. — 216 с.

Надійшло до редакції
24.11.2015 р.