МЛАД ФОРУМ **ISSN 2367-6558 (print)**
Механика Транспорт **ISSN 2367-6612 (online)**
Комуникации **том 15, брой 1, 2026 г.**
Научно списание **http://www.mtc-aj.com** **статия № 2795**

ТЕХНОЛОГИЯТА „МАГЛЕВ“

Галина Гълъбова
galia.galabova90@gmail.com

ВТУ „Тодор Каблешков“
гр. София, 1574, ул. „Гео Милев“ № 158,
БЪЛГАРИЯ

Ключови думи: *Магнитна левитация, електромагнитно окачване, и аеродинамично съпротивление.*

Резюме: *Технологията МАГЛЕВ представлява революционен подход в транспорта, при който влаковете се движат без контакт с релсите. Вместо традиционните колела и стоманени пътища, системата използва мощни електромагнити, които създават две основни сили: едната повдига влака над трасето, а другата го тласка напред. Липсата на триене, позволява постигането на изключително високи скорости, надвишаващи 600 км/ч. Съществуват два основни типа МАГЛЕВ системи. Електромагнитното окачване използва привлекателната сила на магнитите, за да поддържа влака на минимално разстояние над релсата. Електродинамичното окачване разчита на отблъскващите сили и изисква влакът първо да развие определена скорост с помощта на колела, преди да левитира на по-голяма височина. И в двата случая движението се контролира прецизно чрез промяна на интензитета на магнитното поле по протежение на трасето. Предимствата на МАГЛЕВ технологията са значителни. Освен високата скорост, тези влакове са по-тихи, износват се по-бавно и са по-енергийно ефективни при екстремни натоварвания. Те предлагат изключителна безопасност, тъй като конструкцията на трасето практически изключва риск от дерайлиране. Основното предизвикателство остава високата цена за изграждане на специализираната инфраструктура.*

МАГЛЕВ (съкратено от магнитна левитация) е транспортна технология, която позволява придвижване и управление на транспортно средство посредством действието на магнитни сили. Тя е изключително разпространена при разработката на бързоскоростни влакове и поради тази причина понятието МАГЛЕВ се използва най-често за този вид транспорт

Трите стълба на неговата същност са:

✓ Левитация: Магнитите под влака и тези на релсите се отблъскват толкова силно, че влакът се издига на няколко сантиметра.

✓ Липса на контакт: Тъй като влакът не докосва нищо, той не се „търка“ в релсите. Това премахва съпротивлението, което при обикновените влакове ограничава скоростта и износва частите.

✓ Магнитно „дърпане“: Вместо двигател с въртящи се колела, се използва променящо се магнитно поле по протежение на трасето, което дърпа влака напред като невидим лост.

✓ Накратко: Това е влак, който плува в магнитно поле и се движи от електричество, превърнато в магнитна сила.

За да разберем технологичното „магьосничество“ на МАГЛЕВ, трябва да погледнем под „капака“ (или по-точно под пода) на влака. Всичко се свежда до управление на невидими сили чрез електричество.

Ето трите основни стъпки на тази магия:

1. КАК СЕ ПОБЕЖДАВА ГРАВИТАЦИЯТА? (ЛЕВИТАЦИЯ)

В основата са електромагнитите. За разлика от обикновените магнити на хладилника, тези могат да се включват, изключват и да променят силата си.

- **Системата за отблъскване:** Магнитите на дъното на влака и тези на трасето са с еднакви полюси. Те се отблъскват толкова мощно, че влакът „излита“ на около 1 до 10 сантиметра над релсите.
- **Системата за привличане:** При някои модели влакът има „челюсти“, които обгръщат релсата отдолу, и магнити, които се опитват да се залепят за нея нагоре, поддържайки влака във въздуха.

2. КАК СЕ ДВИЖИ БЕЗ ДВИГАТЕЛ? (ТЯГА)

МАГЛЕВ няма традиционен двигател, който върти колела. Вместо това, **самото трасе е двигателят**. В релсите са монтирани намотки, през които тече променлив ток. Те създават магнитно поле, което се мести по протежение на линията. Това поле „загребва“ магнитите на влака и го дърпа напред, точно както вълна носи сърфист.

3. КАК СТОИ В ЦЕНТЪРА И НЕ ИЗПАДА? (СТАБИЛИЗАЦИЯ)

Това е най-умната част. Ако влакът започне да се наклонява наляво, сензори веднага улавят промяната. Системата моментално засилва магнитната сила от лявата страна и я отслабва от дясната. Това се случва хиляди пъти в секунда, така че влакът остава перфектно центриран, дори в остри завои с висока скорост.

Предимства (Защо е страхотен?)

- **Невероятна скорост:** Тъй като няма триене в релсите, тези влакове запълват нишата между обикновения влак и самолета (скорости от 450 до 600 км/ч).
- **Минимална поддръжка:** Няма колела, оси или спирачки, които да се износват. Трасето и влакът почти не се докосват, което означава много по-дълъг живот на частите.
- **Тишина и комфорт:** Влакът не „трака“ по релсите. Основният шум идва от разрязването на въздуха, а самото пътуване е изключително плавно – без вибрации.
- **Енергийна ефективност:** Консумира по-малко енергия на пътник при високи скорости в сравнение със самолетите и дори с някои традиционни високоскоростни влакове.

Предизвикателства (Защо е труден за изграждане?)

- **Огромна първоначална цена:** Изграждането на МАГЛЕВ трасе е много по-скъпо от това на обикновена жп линия. Изисква се изключителна точност и скъпи материали (мощни магнити и сложна електроника).
- **Несъвместимост:** МАГЛЕВ влакът не може да ползва съществуващите релси. Трябва да се построи напълно нова, отделна мрежа, което е логистичен кошмар в гъсто населени райони.

- **Силни магнитни полета:** Въпреки че са изолирани, инженерите трябва да гарантират, че магнитните полета няма да пречат на пейсмейкъри или електронни устройства на пътниците.
- **Скъпа поддръжка на инфраструктурата:** Макар влакът да се износва по-малко, самото трасе трябва да се следи непрекъснато за микроскопични деформации, тъй като всяко отклонение при скорост от 500 км/ч е опасно.

Накратко: МАГЛЕВ е технология за **„елитни“ маршрути** – там, където има огромен поток от хора между два големи града и където времето е по-ценно от високата цена на билета.

4. МАГЛЕВ ПО СВЕТА (ИСТОРИЯ)

През 1914 френският изобретател Емил Бачелет предизвиква сензация в Лондон. Той привел в левитация кухо тяло от алуминий с дължина около един метър, използвайки дълга редица от променливотокови магнити, задвижвани от самостоятелни отворени бобини. Желанието му било чрез подобна система да транспортира писма между Лондон и Ливърпул.

„Емил Бачелет, е изобретил влак, нямащ колела, релси, локомотив и нямащ мотор и въпреки това изминаващ триста мили за един час. Не се поражда нито триене, нито вибрация. На мястото на релсите са поставени като пътна линия алуминиеви пънове, прекъснати на всеки седем – осем метра от портовидни магнити. Над тези пънове и под портите левитира по един стоманен цилиндър, имащ формата на цепелинова гондола и всъщност представляващ влака. Електромагнитните венци в близост до алуминиевите пънове тласкат влака от само себе си при включване към електросистемата, като в същото време го държат във въздуха, докато големите магнити го теглят напред.“

Развитието на магнитните носещи се влакове в Немския Райх е започнато през 1922 г. от Херман Кемпер, който се е занимавал с технологията на електромагнитните въжени линии. През 1934 г. на Кемпер е присъден държавен патент 643316 за електромагнитна левитация на превозни средства. Първоначално е обсъждан опитен влак за развиване на високи скорости, но проектът не се реализира заради Втората Световна Война.

През 1967 г. Щефан Хедрих основава Общество за влакова инженерна иновация, в което изследователи и фирми се ангажират в по-нататъшната разработка на магнитните левитиращи железници. От 1973 г. това развитие е подето от физика Гьоц Хайделберг и професора Херберт Вех от Техническия университет в Брауншвайг. На 2 април 1971 г. в град Отобрун до Мюнхен се състои първото тестово пътуване на превозно средство, използващо принципа на магнитната левитираща техника. През 1979 г. на изложението в Хамбург е световно представен първият МАГЛЕВ, допускащ превоз на пътници.

От 1983 г. в западен Берлин, в близост до Потсдамския площад е открита магнитна пътна линия за близък транспорт, тъй нареченият M-Bahn. Трасето обаче се употребява, въз основа на обединяването на западен и източен Берлин, като пътна линия по време на възстановяването на разделената от Берлинската стена метро отсечка U2, като поради тази причина през 1992 г. M-Bahn е демонтиран и неговото по-нататъшно развитие е преустановено.

През 1984 г. е приведен във функциониране първият етап на конструиране на тестовото съоръжение на Трансрапид в долна Саксония. На 22 септември 2006 г. в Латен се случва тежка злополука. Трансрапид се сблъсква със скорост около 170 km/h в немагнитно задвижван сервизен вагон. Двадесет и трима души губят живота си, а други десет са тежко ранени. В Германия конструирането и функционирането на публичните

МАГЛЕВ влакове се урежда от „Magnetschwebebahn-Bau und Betriebsordnung (MbBO)“ – Оперативна програма „МАГЛЕВ изграждане и експлоатация“ (MbBO). Съответните закони за разрешително са описани в „Allgemeinen Magnetschwebebahngesetz (AMbG)“ – Общ закон за магнитните носещи се композиции (ОЗМНК). Бундес агенцията по железниците е институцията по надзор и разрешителни, както и при обичайните железници.

Като първо прилагане на магнитните носещи се железници при дългите трасета, след съединението на двете германски държави, бе планувана пътна връзка между Хамбург и Берлин. След като плановете за тази отсечка бяха уточнени, трябваше да се построи или гръбнакът на ОПНВ в метрорегиона Рейн-Рур като Metrorapid, или Трансрапид МАГЛЕВ в Мюнхен, превозващ до летището. Тези планове също впоследствие бяха преустановени. Други дълготрасирани проекти, като Хамбург – Бремен – Нидерландия, не се появяват на по-високо равнище от идейното.

„Железниците са сред най-сложните стопански системи. Високият дял на първоначалните и постоянните разходи, в съчетание с относително по III-53 бавното откупуване на вложените в инфраструктурата и подвижния състав значителни капитали. Без особена разлика дали вложените капитали са държавни или частни“ (Гроздanов В., Атанасов И., 2024).

Швейцарският консорциум SwissRapid планира и разработва магнитна левитираща железница за Швейцария. Като пионер сред мащабните инфраструктурни проекти, идеята ще се реализира частично или изцяло чрез финансирането на частни инвеститори. Швейцарският RapidExpress трябва да разработи дългосрочна връзка между областите Женева и Св. Гален, както и между градовете Люцерн и Базел. Първите проекти включват маршрутите Берн – Цюрих, Лозана – Женева и Цюрих – Винтертур. Тендециално ще се реализира първо отсечката между Лозана и Женева – през 2020 г. Швейцарският RapidExpress е базиран на магнитната влакова технология Трансрапид, която от 2004 г. се употребява в Шанхай.

Един по-ранен и амбициозен бъдещ проект е ШМ (швейцарското метро), транспортна мрежа, свързваща градовете в Швейцария. ШМ АД са имали идеята да направят подземна магнитна левитираща железница, придвижваща се в полувакуумна тръба и по този начин свързваща по-важните градски центрове и летища.

Първоначално е обсъдена пътна артерия между Лозана и Женева. Други възможни отсечки са били Базел – Цюрих и удължения до техните летища или Женева – Лион. ШМ претърпява неуспех, поради липсата на финансиране.

От 1962 г. в Япония протича изследователска работа върху левитиращите магнитни влакове. Междувременно бяха разработени две системи:

- електродинамичният влак JR-Maglev, носещ се на свръхпроводящи магнити, или още наречен Chūō-Shinkansen (дългостаторен задвижващ механизъм, максимална скорост 500 km/h), наречено още „Влак стрела“. С Chūō-Shinkansen трябва да се реализира транспортната линия Токио-Нагоя-Осака, като вече съществуващата, дълга 18.4 km. тестова отсечка в областта Яманаши, представлява част от него.
- електромагнитният носещ се влак HSST (късостаторен задвижващ механизъм, максимална скорост около 100 km/h). HSST се движи от март 2005 г. с името Линимо по девет километрова отсечка в рамките на експоцентъра, разположен източно от Нагоя. До юли 2005 г. е превозила 10 милиона пътници.

В началото на 2004 г. по време редовната си експлоатация, Transrapid Шанхай е записан като най-бързото релсово превозно средство в света, което прави свръзка по разписание с летище. Действа чрез безконтактна електромагнитна левитираща система (ЕмЛС) с безконтактен синхронизиран дългостаторен линеен мотор.

5. ЛЮБОПИТНИ ФАКТИ

Рекордът за скорост: Японският влак *L0 Series* държи световния рекорд за скорост от **603 км/ч**. Това е почти половината от скоростта на звука! На такава скорост влакът изминава над 160 метра за една единствена секунда.

По-бързо от самолет (на кратки разстояния): Макар самолетите да летят с около 800-900 км/ч, ако сметнеш времето за чекиране, такситата до летището и излитането, МАГЛЕВ често се оказва по-бързият начин за пътуване между два града на разстояние до 1000 км.

Влак без машинист: Повечето МАГЛЕВ системи са напълно автоматизирани. Тъй като влакът се управлява от магнитното поле на самото трасе, компютър координира движението с милисекундна точност, което практически премахва риска от човешка грешка.

Може да „изкачва“ планини: Традиционните влакове с колела се подхлъзват, ако наклонът е твърде голям. МАГЛЕВ обаче не зависи от сцеплението и може да изкачва много по-стръмни наклони от обикновените железници, което го прави идеален за хълмисти терени.

Екологичен парадокс: Въпреки огромната мощност, която изисква, МАГЛЕВ не отделя никакви вредни емисии по време на движение (ако токът идва от чисти източници). Освен това, тъй като тежестта се разпределя равномерно чрез магнитното поле, износването на бетона и конструкцията е минимално.

„Левитиращият“ Шанхай: Шанхайският МАГЛЕВ е първата комерсиална линия в света. Той съкращава пътуването от летището до центъра на града от 45 минути (с кола) на по-малко от **8 минути**.

6. КЪДЕ МОЖЕМ ДА СЕ ВОЗИМ ДНЕС И УТРЕ

Шанхай вече има една кратка влакова МАГЛЕВ линия, която свързва центъра на града с едно от летищата. Но все още в света липсва пълноценна междуградска МАГЛЕВ линия. Причината за това е високата цена на технологията.

Факт е, че МАГЛЕВ влаковете не могат да бъдат интегрирани в съществуващата железопътна инфраструктура, за тях трябва да се построят отделни линии с Т-образна магнитна релса, което ги прави много скъпи за пускане.

Китай твърди, че МАГЛЕВ ще може да намали времето за пътуване от Пекин до Шанхай (над 1000 км) до 2,5 часа. Със самолет това разстояние се изминава за 3 часа, а с високоскоростен влак – за 5,5 часа.

Япония и Германия също се интересуват от технологията МАГЛЕВ, надявайки се да пуснат подобни високоскоростни линии на своите територии.

„В крайна сметка, най-голямото постижение на МАГЛЕВ технологията не е просто в сухите цифри на скоростомера. Тя променя самата концепция за разстояние и география. Когато старите граници на времето бъдат заличени и можем да изминем 500 километра само за час, далечните градове престават да бъдат отделни светове. Те се превръщат в „квартали“ на една обща, огромна икономическа и социална зона. МАГЛЕВ не просто ни движи по-бързо – той свързва хората и възможностите по начин, който досега смятахме за възможен само в научната фантастика.“

Предлагането на по-качествени и ефективни услуги на клиентите включва както нови технологични решения и подвижен състав, така и повишаване квалификацията и мотивацията на персонала (Грозданов В., Атанасов И., 2024).

ЛИТЕРАТУРА:
[1] https://bg.wikipedia.org/wiki/Маглев
[2] https://carmarket.bg/liubopitno/istoriiata-na-vlaka-kojto-mozhe-da-si-sypernichi-sys-samolet-8354
[3] Грозданов В., Атансов И., Справедливи инфраструктурни такси за адекватни инвестиции в транспорта, сп. Механика, транспорт и комуникации, ВТУ "Тодор Каблешков", том 13, брой 1, 2024 г.
[4] Грозданов В., Атансов И., Либерализацията на железопътните превози в България като инструмент към по-добра конкурентоспособност, сп. Механика, транспорт и комуникации, ВТУ "Тодор Каблешков", том 13, брой 1, 2024 г.
[5] https://prepodavame.bg/stem-proekt-da-konstruirame-letyasht-vlak/
[6] https://xn--e1aabhzcw.bg
[7] https://www.britannica.com/technology/maglev-train
[8] https://www.newshub.bg/vlak-maglev-kitai/
[9] https://technews.bg/article-135420.html

'MAGLEV' TECHNOLOGY

Galina Galabova
galia.galabova90@gmail.com

"Todor Kableshkov" University of Transport
158 Geo Milev Street, 1574 Sofia
REPUBLIC OF BULGARIA

Key words: *Magnetic levitation, electromagnetic suspension, and aerodynamic drag.*

Abstract: *MAGLEV technology is a revolutionary approach to transportation in which trains move without contact with the rails. Instead of traditional wheels and steel tracks, the system uses powerful electromagnets that create two main forces: one lifts the train above the track, and the other pushes it forward. The absence of friction allows for extremely high speeds, exceeding 600 km/h. There are two main types of MAGLEV systems. Electromagnetic suspension uses the attractive force of magnets to keep the train at a minimum distance above the track. Electrodynamic suspension relies on repulsive forces and requires the train to first develop a certain speed with the help of wheels before levitating to a greater height. In both cases, the movement is precisely controlled by changing the intensity of the magnetic field along the track. The advantages of MAGLEV technology are significant. In addition to high speed, these trains are quieter, wear out more slowly and are more energy efficient under extreme loads. They offer exceptional safety, as the design of the track virtually eliminates the risk of derailment. The main challenge remains the high cost of building the specialized infrastructure.*