

Tub de oțel pentru transport (Hyperloop)

Acum șapte ani, într-o zi fierbinte de august, antreprenorul american Elon Musk a prezentat pentru prima dată conceptul unui sistem de transport feroviar sub vid - Hyperloop.



Potrivit proiectului, trenul trebuia să parcurgă o distanță de 560 km între periferiile orașelor Los Angeles și San Francisco în 35 de minute la o viteză de 1.200 km/oră. Bugetul construcțiilor a fost estimat la 6 miliarde USD.

Mai târziu, criticii sistemului Hyperloop nu au avut suficiente degete la ambele mâini ca să numere toate blocajele acestei idei îndrăznețe și au căutat să demonstreze că implementarea ei este imposibilă. Dar, până în august 2020, Departamentul de Transporturi SUA a stabilit reglementări pentru tehnologia Hyperloop, considerând că inovația lui Musk are o semnificație foarte practică. Mai mult, Administrația Federală a Căilor Ferate a clasat sistemul Hyperloop într-o categorie separată de vehicule, creându-i o bază legală și făcând proiectul eligibil pentru finanțare federală. Elon Musk numește Hyperloop un „al cincilea mod de transport”, o combinație între o aeronavă Concorde, un tun electromagnetic și o masă pneumatică de hockey.

Conceptul

Căile ferate de mare viteză anterioare sistemului „Hyperloop” al lui Musk s-ar bloca iar și iar din cauza frecării și a rezistenței aerului, factori ce devin critici la viteze mari.

Inventatorii sistemului Hyperloop au decis însă să ocolească legile fizicii. Să vedem mai întâi sistemul propriu-zis. Constă

[dintr-un tub cu diametru mare](#)

, pozat pe sol, între punctul de pornire și cel de sfârșit al unui traseu. Are o capsulă de pasageri, denumită în engleză „pod”. Tubul are la interior condiții similare vidului, care aproape că elimină rezistența aerului. La deplasare, capsula levitează, ceea ce reduce forța de frecare. Drept rezultat, capsula se poate deplasa mai repede decât un avion, la o viteză de peste 1.000 km/oră.

De fapt, accelerarea capsulei la o viteză specifică și crearea unui vid reprezintă principalele aspecte tehnice pe care inginerii de proiect s-au străduit să le soluționeze. Este important să înțelegem că cea mai mică eroare a dezvoltatorilor poate duce la consecințe catastrofale la viteze vertiginoase. Merită menționat aici că, potrivit cerinței de bază a domnului Musk, sistemul Hyperloop ar trebui să funcționeze exclusiv pe energie regenerabilă, ceea ce este o altă „durere de cap” a experimentatorilor.

Așadar, la scurt timp după ce Space X și

[Tesla Motors](#)

au dezvoltat primul concept Hyperloop în 2013, proprietarul acestor companii, Elon Musk, s-a adresat publicului, solicitând eforturi pentru îmbunătățirea „hyperloop”. De atunci, cercetările și experimentele privind tehnologiile Hyperloop s-au derulat în mod cu sursă deschisă, oferind tuturor dezvoltatorilor posibilitatea să își împărtășească liber descoperirile cu partenerii din proiect. Au fost create atunci două companii pentru continuarea dezvoltării:

Hyperloop One și Hyperloop Transportation Technologies (HTT). Cea de-a doua reunește acum aproximativ 800 de ingineri din Statele Unite, care lucrează în prezent gratuit la proiect, sperând să primească dividende după implementare. HTT a ajuns deja o mișcare socială, al cărei scop este să creeze o singură lume, în care distanțele

nu mai contează mulțumită unei rețele Hyperloop care să se întindă pe toate continentele.

Pe de altă parte, Hyperloop One angajează experți din cercul lui Elon Musk, „școlarizați” de SpaceX, Tesla și PayPal. În 2017, legendarul antreprenor britanic Richard Branson, care a investit 85 de milioane de dolari în proiect, a devenit unul dintre directorii executivi ai Hyperloop One. Potrivit unui raport recent de marketing despre piața tehnologiei Hyperloop, industria avea deja 10 jucători mari până în 2020. Este de așteptat ca piața în sine să crească cu o treime în următorii șapte ani în ceea ce privește aspectul financiar.

Dar este prea devreme să vorbim despre aspectul comercial al sistemului Hyperloop. Soluția „hyperloop” este încă în faza de creație. Dar este clar acum că oțelul va fi piatra de temelie a viitoarei rețele globale Hyperloop.

Materiale

Pe baza descrierii viitorului proiect de infrastructură, este evident că elementul principal, adică cel mai lung, cel mai critic și cel mai costisitor, al sistemului Hyperloop va fi tubul. Materialul din care va fi fabricat ar trebui să poată crea un mediu de vid la interiorul structurii, să garanteze siguranța capsulei care circulă la viteze mari și să reziste tuturor provocărilor meteorologice și de mediu. De asemenea, având în vedere lungimea mare a viitoarei infrastructuri de transport (doar pe continentul european, Hyperloop se va întinde pe 10.000 km), un factor important este fabricarea bine stabilită a materialului pentru tuburi și costul relativ scăzut cu producția lui.

Echipele care lucrează la hyperloop au explorat un număr mare de materiale posibile. În stadiul actual al proiectului, șansele înclină în favoarea oțelului. Betonul a fost respins din cauza rezistenței sale relativ scăzute și a dificultății în obținerea etanșeității la aer. Alumiuniul, care, după cum vă amintiți, este unul dintre principalele materiale din industria aeronautică, a fost respins din cauza rigidității sale mai mici, iar un tub acrilic ar fi fost nerezonabil de scump.

Cercetătorii sunt acum ocupați să studieze diferitele forțe ce vor avea impact asupra tubului de oțel al „hyperloop-ului”. Până acum, s-a reușit doar simularea impactului diferenței dintre presiune aerului la interiorul tubului (aproape de vid) și presiunea aerului din mediu, la exteriorul structurii. Astfel, calculele experimentatorilor arată că, la o rază preliminară a tubului de oțel de 1,75 m, grosimea peretelui Hyperloop ar trebui să fie de 25 mm, deoarece un perete mai subțire nu ar putea rezista la flambaj din cauza tensiunilor interne produse de vid.



Un tub lung de mii de kilometri necesită o cantitate imensă de oțel. Producerea lui, în special din cauza volumului, nu doar că va fi costisitoare, dar, fără nicio îndoială, va avea un impact serios asupra mediului. Inginerii înțeleg și că un tub de oțel fixat între stațiile finale va răspunde inevitabil condițiilor meteorologice în schimbare. De exemplu, încearcă să găsească o soluție la dilatația termică a oțelului cauzată de creșterea temperaturii ambientale. Efectele impactului pe care îl are vântul și coroziunea inevitabilă a metalului sunt și ele cercetate.

Aceste provocări îi obligă pe dezvoltatorii Hyperloop, la fel ca pe colegii lor constructori de avioane, să analizeze materiale compozite moderne. În primul rând, compozitele sunt mai ușoare decât oțelul. În al doilea rând, datorită caracteristicilor specifice de fabricație, pereții tubului compozit vor fi mai groși decât pereții din oțel, ceea ce va ajuta în mod semnificativ în găsirea de soluții la problema flambării sistemului „Hyperloop”. În al treilea rând, compozitele nu sunt la fel de sensibile la fluctuațiile de temperatură; prin urmare, riscul de dilatație termică va fi mult mai mic decât în cazul unui tub de oțel. În al patrulea rând, utilizarea compozitelor permite fabricarea unui tub lung, reducând astfel numărul de îmbinări.

Chiar acum un an, cercetătorii de la Universitatea Tehnologică Delft (Olanda) au propus ideea utilizării de beton armat de calitate ultra-înaltă cu armătură din fibră de oțel. Sună promițătoare și posibilitatea utilizării de materiale compozite cu matrice de aluminiu. Acestea sunt materiale ușoare, în general mai rezistente la presiune și

temperatură decât oțelul.

Însă toate argumentele susținătorilor unui sistem „hiperloop” din materiale compozite pierd teren pe partea financiară. Producția de tuburi de oțel pentru Hyperloop va fi semnificativ mai ieftină în comparație cu tuburile compozite. Prin urmare, oțelul ca material pentru tubul futurist Hyperloop nu are până acum concurență.

<https://metinvestholding.com/ro/media/news/staljnaya-truba-hyperloop>