

Barbara MACIEJNA

OCENA ŚWIATOWEGO STANU BADAŃ NAD MOŻLIWOŚCIĄ WPROWADZENIA KOLEI  
NIEKONWENCJONALNEJ W PRZEWOZACH PASAŻERSKICH - część I

**Streszczenie.** W części I przedstawiono preferowane dziedziny zastosowań kolei niekonwencjonalnej oraz omówiono szczegółowo istniejący stan badań nad zastosowaniem w transporcie pasażerskim torowych poduszkowców powietrznych. Stwierdzono, że obecnie istnieje regres w badaniach tego typu pojazdów oraz podano prawdopodobne przyczyny powodujące spadek zainteresowania poduszkowcami powietrznymi. Przyczynami tymi są znaczna energochłonność, uzyskiwanie ogólnie lepszych wyników w pojazdach na poduszce magnetycznej, postęp w rozwoju kolei konwencjonalnej i wzrost jej możliwej prędkości kursowania do 250 - 300 km/h (69,4 ÷ 83,3 m/s). Podano również pewne rysujące się inne, nie jako poduszkowce torowe, możliwości zastosowania pojazdów na poduszce powietrznej. Wnioski i bibliografię zamieszczono w II części artykułu.

1. Wprowadzenie

Współczesna cywilizacja charakteryzuje się nieustannym wzrostem potrzeb w zakresie szybkich i masowych przemieszczeń. Należy liczyć się z faktem, że w przyszłości obecne środki transportowe nie będą w stanie sprostać nowym, coraz większym wymaganiom. Aby potrzeby gwałtownie rozwijającej się cywilizacji mogły zostać zaspokojone, należy utworzyć specjalne, wysoko-sprawne systemy transportowe, zapewniające bezkolizyjny przepływ pasażerów i ładunków.

Dłazy rozwój klasycznych środków transportowych może jedynie częściowo przyczynić się do rozwiązania narastających problemów. Stąd istotnego znaczenia nabiera dążność do odpowiednio wczesnego rozpoznania trendów rozwojowych i możliwości zastosowania nowych rozwiązań. W krajach wysoko rozwiniętych przeważa pogląd, że jedynie najnowsze, niekonwencjonalne systemy transportowe umożliwiają prawidłowe rozwiązanie problemu przestrzennego planowania miast i ośrodków przemysłowych oraz przemieszczania osób i ładunków. Uważa się, że wśród nowych systemów transportowych bardzo duże znaczenie będą miały nowe i dotychczas nie stosowane szerzej systemy opierające się na zasadzie unoszenia magnetycznego lub poduszki powietrznej. Ten nowy system utrzymania pojazdu w torze, bezstykowy odbiór energii oraz poruszanie się pojazdu bez kontaktu dotykowego z podłożem otwierają nowe mo-

żliwości zastosowań i dają szerokie pole do działań mających na celu ciągłe ulepszanie i doskonalenie systemów idące w parze z ogólnym postępowaniem technicznym na świecie.

## 2. Preferowane dziedziny zastosowań kolei niekonwencjonalnej

Istniejące obecnie środki transportowe najsłabiej obsługują potrzeby transportowe występujące w przemieszczeniach na odległości średnie, zawarte w granicach od 300 do 1500 km. Dla odległości mniejszych wystarcza obecnie kolej konwencjonalna i samochód, a dla odległości większych transport lotniczy. Problem tkwi w tym, że występują znaczne trudności w takim dostosowaniu kolei konwencjonalnej, aby poruszała się z prędkością powyżej 250 km/h (69,4 m/s). Spowodowane to jest malejącą wraz z prędkością przyczepnością kół do szyny. Można przyczynę tę wyeliminować stosując unoszenie magnetyczne lub poduszkę powietrzną. Tak unoszone pojazdy teoretycznie nie posiadają ograniczeń w osiągnięciu znacznych prędkości.

Dostrzega się również drugą dziedzinę transportu, gdzie zajdzie prawdopodobnie potrzeba zastosowania nowych środków transportowych. Tą dziedziną jest miejski i regionalny transport zbiorowy. Ponieważ w przyszłości liczba ludności żyjącej w miastach, wielkich aglomeracjach lub konurbacjach wzrośnie, zagadnienia transportu lokalnego nabiorą większego znaczenia niż obecnie. Co prawda, wiele miast posiada metro, które w chwili obecnej dość dobrze zaspokaja potrzeby transportu miejskiego, jednakże koszty budowy metra w miastach mniejszych oraz na znaczne odległości w aglomeracjach są tak duże, że ten środek transportu przestaje być opłacalny. Natomiast autobusy, trolejbusy i tramwaje nie będą w stanie przewozić szybko i wygodnie stale rosnącej liczby pasażerów. Stąd opracowuje się już w świecie nowe typy pojazdów, głównie niekonwencjonalnych, które są szybsze, relatywnie tańsze, nie zagrażają środowisku naturalnemu i umożliwiają stosunkowo łatwe wkomponowanie trasy w istniejącą zabudowę.

Istnieje jeszcze jedna dziedzina, gdzie szybkie poduszki torowe mają duże perspektywy pomyślnego zastosowania. Jest to zapewnienie połączeń ważniejszych ośrodków mieszkalnych i przemysłowych z oddalonymi dość znacznie od nich lotniskami. Możliwość budowy lotniska z dala od terenów zamieszkałych ma duże znaczenie z uwagi na ich znaczną uciążliwość dla otoczenia. Wydłuża to jednak i utrudnia dojazdy do nich. Zastosowanie szybkiej i wygodnej kolei niekonwencjonalnej byłoby tutaj rozwiązaniem właściwym.

Tak więc istnieją trzy szczególnie ważne potrzeby transportowe, w których dostrzega się możliwość zastosowania transportu niekonwencjonalnego:

- a) transport na średnie odległości, gdzie przewiduje się zastosowanie najszybszych rodzajów pojazdów z unoszeniem magnetycznym lub powietrznym,

- b) linie zbudowane w celu dowożenia i odwożenia pasażerów z odległych lotnisk, gdzie przewidziane są pojazdy nieco wolniejsze (prędkość rzędu 250 km/h), które w wielu krajach znajdują również zastosowanie w transporcie podmiejskim oraz międzymiejskim,
- c) pojazdy jeszcze wolniejsze, które będą wykorzystane w komunikacji miejskiej i wewnątrzlotniskowej, prędkości tych pojazdów będą zależne od wymaganej gęstości przystanków.

### 3. Cel pracy

Specjaliści zajmujący się problemami transportu zadają sobie pytania:

- jaki jest obecnie postęp badań nad koleją niekonwencjonalną na poduszce magnetycznej i powietrznej,
- kiedy będzie możliwe powszechne stosowanie poduszkowców torowych,
- jak daleko sięgają możliwości doskonalenia i optymalizacji systemów transportowych opierających się na zasadzie bezstykowego napędzania, prowadzenia i unoszenia?

Udzielenie odpowiedzi na tak postawione pytania w chwili obecnej nie jest możliwe, więcej na ten temat będzie można odpowiedzieć w przyszłości. Z kolei, jak daleka będzie ta przyszłość, zadecyduje o tym tempo rozwoju techniki światowej oraz badań tego typu pojazdów. Tempo badań z kolei uzależnione jest od wielu czynników zarówno ekonomicznych, jak i politycznych, gdyż, jak dotychczas, tylko państwa najbogatsze i najbardziej rozwinięte przemysłowo mogą ponosić bardzo wysokie koszty badań doświadczalnych.

Pomimo znacznych trudności i ograniczeń (głównie finansowych) w ciągu ostatnich lat można zaobserwować znaczny postęp w badaniach. Zakres, charakter i kierunki badań są zróżnicowane w wielu krajach świata, stąd też istnieje wiele nieuporządkowanych pozycji literaturowych wydawanych w różnych wersjach językowych. Polska literatura na ten temat prezentuje się raczej skromnie i najczęściej nie obejmuje najnowszych osiągnięć w tej dziedzinie.

W związku z powyższym celem niniejszego artykułu jest:

- przedstawienie aktualnego zaawansowania prac nad badaniami pojazdów kolei niekonwencjonalnej (na poduszce powietrznej i magnetycznej) głównie na podstawie trudno dostępnych pozycji literatury zagranicznej,
- próba oceny poszczególnych kierunków rozwoju poduszkowców torowych i możliwości praktycznej realizacji tych rozwiązań.

#### 4. Torowe poduszki powietrzne

##### 4.1. Ostatnie osiągnięcia w dziedzinie doskonalenia torowych poduszków powietrznych

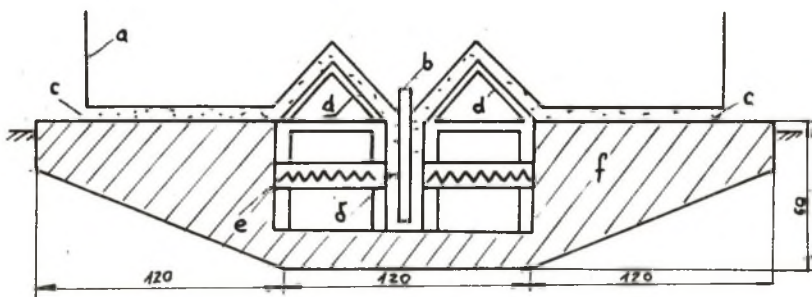
Szczyt rozwoju badań poduszkowców powietrznych przypada na drugą połowę lat 60 (tabl. 1). Dalsze lata charakteryzuje spadek zainteresowania rozwiązaniami opartymi na wykorzystaniu poduszki powietrznej. Niemniej badania chociaż w mniejszej skali, były i są prowadzone do chwili obecnej. W niniejszym punkcie zostaną omówione badania prowadzone w różnych krajach świata w latach 70.

Tablica 1

Liczba systemów i patentów na poduszki

L a t a	Poduszki	
	powietrzne	magnetyczne
do 1939	8	3
1940 - 1950	-	-
1951 - 1955	1	1
1956 - 1960	1	-
1961 - 1965	5	2
1966 - 1970	19	2
1971 - 1973	4	7

Źródło: wg [20]



Rys. 1. Przekrój przez tor kolei Glideway [20]:

a - obrys wagonu, b - obwód wtórny, c - poduszka powietrzna, d - szyny stabilizacyjne, e - obwód pierwotny, f - tor żelbetowy,  $\delta$  - szczelina między obwodami silnika liniowego

Fig. 1. Cross-section of the railway Glideway

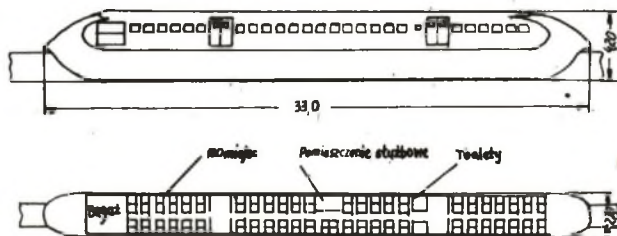


W USA impulsem dla zwiększenia badań stała się uchwała Kongresu (styczeń 1965 r.) o wyasygnowaniu 90 mln dolarów na studia nad rozwiązaniem transportu w rejonie tzw. korytarza północno-wschodniego (rejon miast Waszyngton, Baltimore, Filadelfia, Nowy Jork, Boston). Problemem tym zajął się Uniwersytet w Massasuchetts. Prowadzono szereg badań nad różnego typu rozwiązaniami o wspólnej nazwie "Glideway" (rys. 1) [20].

W roku 1972 zorganizowano wystawę komunikacyjną, gdzie przedstawiono pięć prototypów pojazdów przeznaczonych głównie dla transportu miejskiego [20]. Jednym z prototypów był pojazd "TTI-Otis", unoszony na poduszce powietrznej, napędzany płaskim silnikiem liniowym. Planowano zastosowanie tego typu rozwiązania w Dallas w celu skomunikowania lotniska z miastem, w centrum handlowym Detroit, w Nancy (Francja). Próby przeprowadzono na torze o długości 1 km w Denver. Jednak we wrześniu 1975 r. zawieszono wszelkie prace badawcze z powodu zbyt wysokich kosztów i trudności eksploatacyjnych. Jedynym wdrożeniem było uruchomienie w 1976 r. w Duke University trasy o długości 360 m dla obsługi tamtejszego centrum medycznego. W chwili obecnej rozważa się możliwość budowy pojazdu "TTI-Otis" na poduszce magnetycznej.

W 1973 r. firma Unifllo Company wykonała w Minneapolis pojazd, tzw. bierny poduszkowiec, zasilany powietrzem z dwóch rur biegnących pod torom. Wdrożenia jednak tego rozwiązania nie było. W obydwu przypadkach nie udało się uzyskać parametrów techniczno-eksploatacyjnych zapewniających konkurencyjność w stosunku do stosowanych klasycznych środków transportowych.

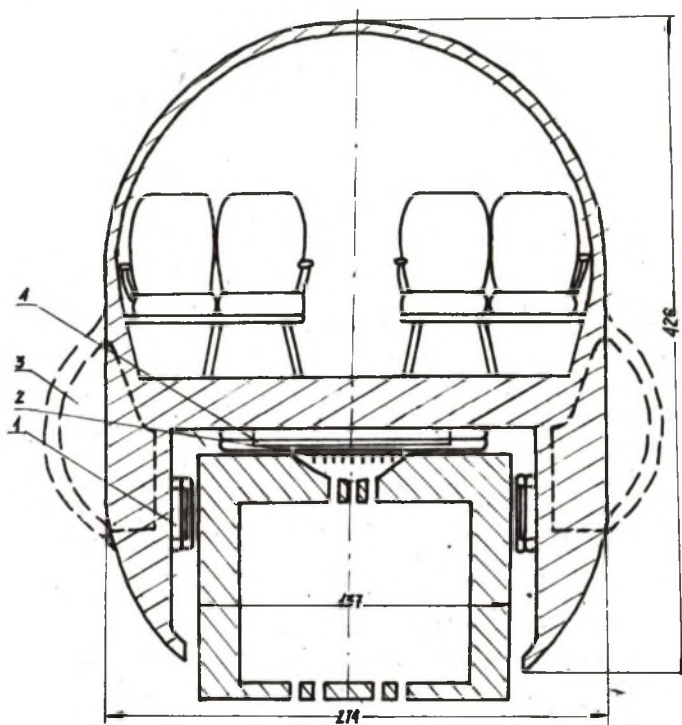
W Wielkiej Brytanii badaniami kierowała National Research Development Corporation, które udzielało subwencji przedsiębiorstwu budującemu poduszkowce morskie - Hovercraft Development Ltd. Jednym z badanych ostatnio modeli był pojazd o nazwie "THL", o wymiarach 33,0 x 4,2 x 1,8 m, masie do 15 t dla 1000 osób, który miał osiągnąć prędkość 320 - 400 km/h ( $88,9 \pm 111,1$  m/s). Model tego pojazdu pokazano na wystawie Expo 70 w Osace (rys. 2). W 1971 r. planowano również wykonanie toru do badań próbnych o długości 16 km. Zamierzenia te jednak nie wykroczyły poza sferę planów.



Rys. 2. Pojazd "THL" [20]

Fig. 2. Vehicle THL

Towarzystwo "Tracked Hovercraft" i firma Vickers przeprowadziły próby z innym pojazdem o nazwie "Hovertrain" (rys. 3). Pojazd na 100 miejsc miał poruszać się z prędkością do 400 km/h (111,1 m/s) i napędzany miał być silnikiem liniowym o mocy 2240 kW. W 1970 r. na południe od Cambridge wybudowano odcinek toru próbnego. Nie są znane dalsze losy projektu, prawdopodobnie badania zostały zawieszono.



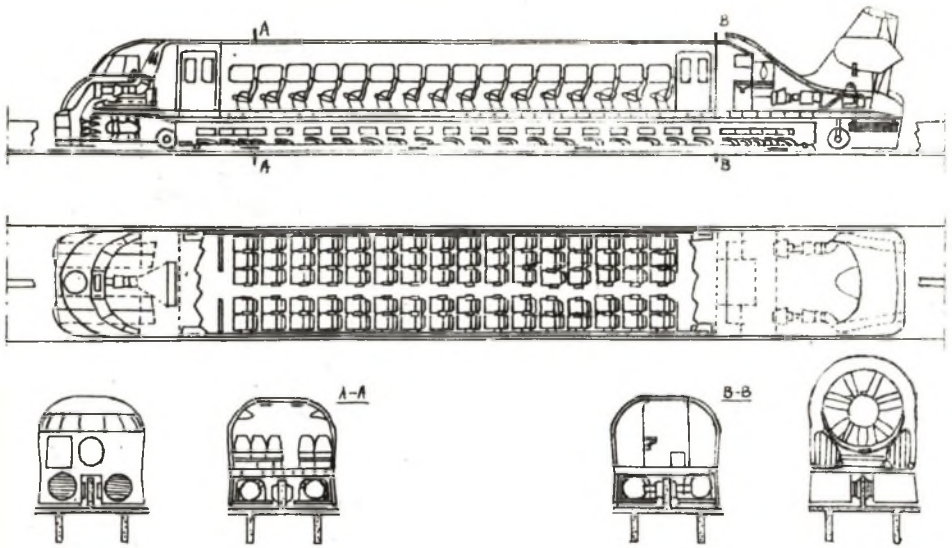
Rys. 3. Przekrój poprzeczny przez tor i pojazd "Hovertrain" [20]:

1 - poduszki stabilizujące, 2.- obwód pierwotny, 3 - pomieszczenie chłodnicze, 4 - poduszka unosząca

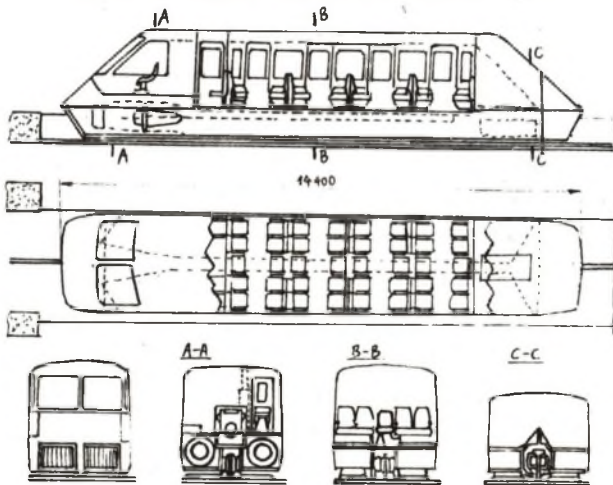
Fig. 3. Cross-section of the railway and vehicle Hovertrain

We Francji w latach 70 prowadzono badania nad grupą pojazdów serii "Aérotrain" oraz serii "Urba". Pojazdy typu "Aérotrain" badano w dwu wersjach:

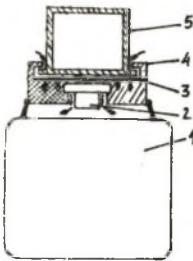
- a) dla odległości średnich - "Aérotrain Orlean" (rys. 4),
- b) dla ruchu miejskiego - "Aérotrain Suburbain" (rys. 5).



Rys. 4. Pojazd "Aérotrain Orlean" [20]



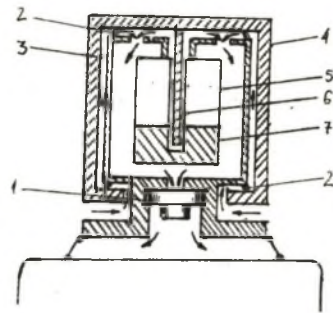
Rys. 5. Pojazd dla komunikacji miejskiej "Aérotrain Suburbain" [20]  
 Fig. 5. Vehicle for communication "Aérotrain Suburbain"



Rys. 6. Przekrój kolei "URBA-1" na torze [20]:

1 - kabina, 2 - pompa ssąca, 3 - poduszka powietrzna, 4 - zaczep podtrzymujący pojazd podczas braku ssania, 5 - szyna nośna

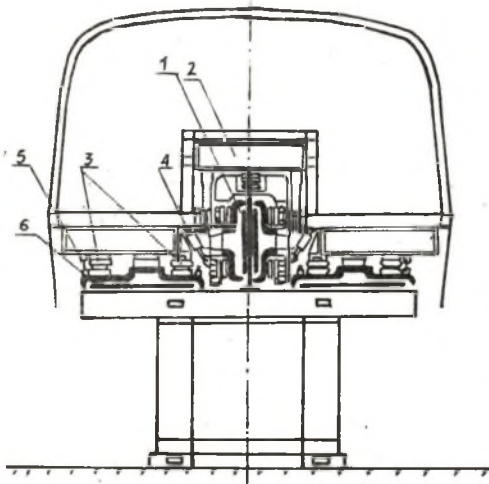
Fig. 6. Cross section of the train URBA1 on the railway



Rys. 7. Przekrój kolei "URBA-4" na torze [20]:

1 - pompa ssąca, 2 - przysłony, 3 - komora, 4 - szyna nośna, 5 - silnik liniowy, 6 - obwód wtórny, 7 - obwód pierwotny

Fig. 7. Cross section of the train URBA 4 on the railway



Rys. 8. Przekrój poprzeczny pojazdu "Transrapid - 03" na torze próbnym [1]:

1 - poduszki prowadzące, 2 - kanał wlotowy powietrza, 3 - resor pneumatyczny, 4 - tłumiki drgań, 5 - prowadnica sterująca, 6 - poduszka nośna

Fig. 8. Cross section of the train Transrapid 03 on the test railway

Natomiast pojazdy typu "Urba" miały znaleźć zastosowanie w komunikacji miejskiej i podmiejskiej (rys. 6, 7). Ostatnie badania po 1972 r. prowadzone były dla pojazdów "Urba-30" i "Urba-100" (tabl. 2). Plany związane z praktycznym zastosowaniem tych rozwiązań były bardzo ambitne, od linii Paryż - Orlean, Paryż - Lyon, Lyon - Grenoble itd. aż po komunikację miejską, np.: centrum Paryża - lotnisko Orly, lotnisko Orly - lotnisko de Gaulle'a. Z uwagi jednak na rosnące wciąż koszty i ciągle przesuwanie terminu budowy, w drugiej połowie lat 70 dotacje na badania zostały wstrzymane. Po roku 1975 badania prowadzone są w ramach projektu "Europe" finansowanego przez EWG. Ostatnio brak jakichkolwiek informacji o dalszych pracach.



W RFN badania pojazdów na poduszce powietrznej uległy praktycznie zahamowaniu w latach 1971-72. Ostatnie badania prowadzono dla pojazdów serii "Transrapid" (rys. 8) na trasie długości 1 km w Monachium - Allach. Skonstruowano pojazd na poduszce powietrznej i magnetycznej. Już wtedy, przy ówczesnym stanie wiedzy, stwierdzono, że poduszka magnetyczna pozwala na osiągnięcie korzystniejszych wyników [1].

Tablica 2

Wybrane dane techniczne projektowanych pojazdów typu "URBA"

Wielkości charakterystyczne	Typ pojazdu	
	URBA-30	URBA-100
Liczba miejsc	30	100
Wymiary pojazdu (m):		
- długość	8,0	12,0
- szerokość	2,0	2,6
- wysokość	1,8	3,0
Masa pojazdu (t)	2,2	7,0
$V_{maks.}$ (km/h) (m/s)	80 (22,2)	120 (33,3)
Przyspieszenie (m/s <sup>2</sup> )	2 + 3,5	2 + 3,5
Moc unoszenia (kW)	40 + 60	70 + 100
Moc napędu (kW)	80	120

Źródło: wg [20]

#### 4.2. Przyczyny spadku zainteresowania torowymi poduszkowcami powietrznymi

Szczyt rozwoju poduszkowców powietrznych przypada na drugą połowę lat 60. Dalsze lata charakteryzują się zmniejszeniem liczby badań nad poduszkowcami powietrznymi z jednoczesnym wzrostem badań poduszkowców magnetycznych. Publikacje literaturowe ostatnich kilku lat dotyczą w zasadzie wyłącznie poduszkowców magnetycznych.

Do najważniejszych przyczyn powodujących spadek zainteresowania poduszkowcami powietrznymi można zaliczyć:

- Znacznie większą energochłonność torowych poduszkowców powietrznych w stosunku do poduszkowców magnetycznych. Ocena ta dotyczy jedynie zużycia energii na unoszenie i stabilizację, przy założeniu że energia zużyta na napęd poziomy (za pomocą silnika liniowego) nie zależy w zasadniczy sposób od rodzaju poduszki nośnej. Stosowanie innego napędu niż silnik liniowy czyni poduszkowce powietrzne jeszcze bardziej energochłonnymi.
- Od momentu szczytowego rozwoju poduszkowców powietrznych i zadowolających na tamte lata wyników upłynęło blisko 20 lat. Postęp, jaki dokonał

się w tym czasie w nauce i technice, umożliwił obecnie uzyskiwanie lepszych wyników przy zastosowaniu poduszki magnetycznej.

- c) Pewien wpływ miał także postęp w rozwoju kolei konwencjonalnej, a mianowicie osiągnięcie bez większego trudu prędkości rzędu 250 km/h (69,4 m/s). Jest rzeczą pewną, że kolej konwencjonalna nie będzie w stanie przekroczyć pewnej granicy prędkości (prawdopodobnie  $300 \pm 350$  km/h ( $83,3 \pm 97,2$  m/s)), jednakże w chwili obecnej jej cechy transportowe można uznać za zadowalające. Przyszłościowe środki transportu muszą więc odznaczać się znacznie lepszymi od kolei konwencjonalnej parametrami technicznymi. Obecnie możliwe do osiągnięcia parametry poduszkowców powietrznych nie są w pełni zadowalające i nie rokują poważniejszych nadziei na ich poprawę.

#### 4.3. Przyszłościowe tendencje rozwojowe

Rozpatrując zastosowanie poduszki powietrznej w transporcie, należy zwrócić uwagę, że nie muszą one być budowane jako pojazdy torowe. Cecha ta decyduje o tym, że dostrzega się pewne inne (nie torowe) kierunki rozwoju poduszkowców. Według J. Bienia [2] są to:

- a) poduszkowce nawodne - dzięki powiększeniu swoich wymiarów, masy i udźwigu umożliwiają szybki transport przez oceany,
- b) tzw. ekransplany - szybkie pojazdy nawodne, których wielopokładowe kabinę pomieszczą z dużym komfortem 500 i więcej pasażerów, a duża prędkość ich poruszania się będzie poważną konkurencją dla samolotów pasażerskich,
- c) poduszkowce lądowe - dostosują swoje własności do szybkiego ruchu po wydzielonych pasach autostrad,
- d) środki transportu bliskiego i wewnętrznego - poprzez zwiększenie udźwigu, stateczności i sterowności mogą częściowo zastąpić tradycyjne środki transportu kołowego.

Natomiast, rozważając możliwość zastosowania poduszkowców powietrznych w kolejnictwie (poduszkowce torowe), należy stwierdzić, że rozwiązania techniczne poszczególnych pojazdów z uwagi na okres czasu, w jakim one powstały, są już zbyt przestarzałe. Stąd możliwość zastosowania któregośkolwiek ze zbudowanych prototypów czy projektów w postaci, w jakiej obecnie istnieją, wydaje się mało prawdopodobne.

Recenzent:

Doc. dr hab. Alfred Hornig

Wpłynęło do Redakcji 8.09.1986

ОЦЕНКА МИРОВОГО СОСТОЯНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ ПО ВОЗМОЖНОСТЯМ  
ВВЕДЕНИЯ ОДНОРЕЛЬСОВЫХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ В ПАССАЖИРСКИХ ПЕРЕВОЗКАХ  
ЧАСТЬ I

Р е з ю м е

В статье представлены привелигированные отрасли применения однорельсовой дороги и подробно оговорено существующее состояние по применению для пассажирских перевозок монорельсовых поездов на воздушной подушке. Показано, что сейчас имеется регресс по исследованиям этого типа. Приведены вероятные причины такого состояния дела. Причинами такими являются: энергоёмкость, получение более лучших результатов в поездах с магнитной подвеской, прогресс в конвенциональных перевозках и увеличение их скорости курсирования до 250-300 км/час.

Даны также некоторые другие перспективные применения поездов на воздушной подушке. Выводы и библиография находятся во второй части статьи.

EVALUATION OF THE WORLD STATE OF TESTS WITH THE NONCONVENTIONAL  
TRAINS IN THE PASSENGERS TRANSPORTATION-PART I

S u m m a r y:

In the part I preferences in the problems of nonconventional trains application are presented and the state of tests on the application of the air cushion vehicles is discussed. The regress in these tests has found and the possible reasons of the decrease of interests are presented. These reason are as follows: energy - consuming, better results in the vehicle with magnetic cushions, progress in the development of conventional trains and the increase of its maximal velocity to 250 - 300 km/h. Possibilities of other applications of vehicles with air cushions. Conclucions and refernces are presented in the part II of the paper.