

پرواز روی تشك بادی

ماشین‌های بادرو

نوشته :

علاءالدین قزوینیان

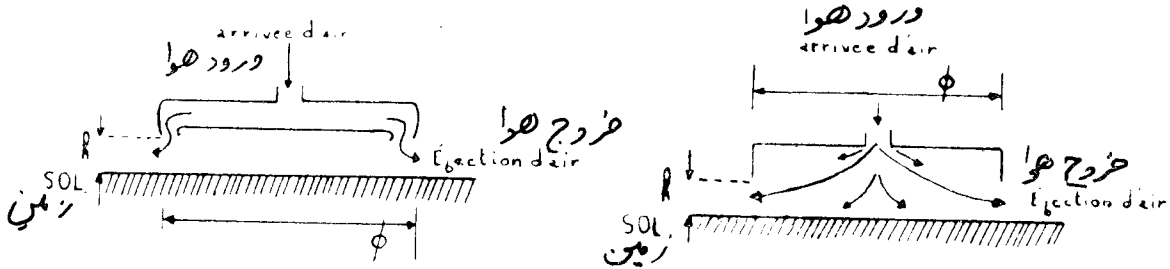
بشر همیشه مسحور پرواز در آسمان و نقل مکان در سطح بالای زمین بوده است انتقال اجسام به موازات خط قائم (استفاده از هلیکوپتر) خیلی بیشتر از تغییر محل آنها بموازات خط افقی (هواپیما) مورد اعجاب گردید. نقل و انتقال در بالای سطح زمین همیشه مستلزم صرف مقداری انرژی برای ایجاد سطح اتکاء در زیر وسیله نقلیه می‌باشد. این انرژی با تراکم هوای جو، سطح اتکاء لازم را برای وسیله نقلیه مورد بحث بوجود می‌آورد. یک موتور مکانیکی مولد سرعت (توربو راکتور) بوسیله فشار یا مکش به جرم هوا یک نیروی زنده منتقل نموده و این نیرو تکیه گاه لازم یا وسیله پیشروی و نقل و انتقال جسم مورد نظر را تأمین می‌کند.

همراه با وسائل نقلیه بادی مانند هواپیما - موشک، وسائل دیگری بوجود آمده که در سطح مجاور زمین در ارتفاع کم تا پنجاه سانتیمتر حرکت می‌نمایند و حمل بار و مسافر را در شرایط سخت و دشوار بعهده میگیرند. این وسائل را که هنوز کاملاً تعمیم پیدا نکرده و تحت مطالعه است بنام خودروهایی بادی Aéroglisseur یا (GEM) Ground effect Machine می‌نامیم و در این مقاله از آن بحث میکنیم.

دستگاه خودروی بادی در نزدیکی سطح زمین یا آب روی یک تشك هوایی حرکت خود را بموازات خط افقی ادامه میدهد بدون اینکه با زمین یا آب تماس مستحکمی داشته باشد. این وضعیت باعث میشود که قوای اصطکاکی (مانند قوای اصطکاکی چرخهای اتومبیل) بحداقل نقصان یابد و نقل مکان خودروی مزبور با نیروی خیلی کمتری انجام پذیر گردد و مخصوصاً ناهمواریهای سطح زمین در حین حرکت خودرو تأثیر زیادی ندارد و با این وسائل میتوان نقلیه‌هایی (کامیون) تهیه نمود که در هر نوع زمین غیر مسطح بتواند بار و مسافر را با سرعت مناسب حمل نماید.

کلیات :

باتوجه به تعاریفات مذکور لازم است قشری از هوای فشرده زیر خودروی بادی بوجود آید. قشر هوای فشرده بدو صورت شکل (۱) و شکل (۲) از زیر ماشین خارج میشوند.



شکل ۲

شکل ۱

در شکل (۱) هوای فشرده از زیر یک سربوش استوانه‌ای خارج میشود و ماشین را در ارتفاع لازم نگاه میدارد.

در شکل (۲) هوا از محیط قاعده یک استوانه خارج شده و تکیه گاه لازم را بوجود میآورد. تجربه و محاسبه نشان میدهد که با ازدیاد فشار (ΔP) زیر صفحه دایروی بقطر D با مصرف انرژی مساوی، ازدیاد ارتفاع (Δh) در مورد شکل (۲) بیشتر است.

نیروی اتکائی ایجاد شده متناسب با حاصلضرب (ΔP) و سطح $\frac{\pi D^2}{4}$ در مورد شکل (۱) میباشد و میزان خروج سیال (هوای فشرده) متناسب با ارتفاع (h) است. در حقیقت در محاسبه دو عامل مستقل فقط وجود دارد که عبارتند از (ΔP) ازدیاد فشار و نسبت $\frac{h}{D}$ ارتفاع نسبی خروج هوا.

برای سهولت محاسبه و مطالعه ضریب

$$A = \frac{F}{Q \cdot V}$$

و در نظر میگیریم که در آن Q مقدار هوای خارج شده بوزن در واحد زمان (کیلوگرم-ثانیه) و V سرعت خروج هوا (متر ثانیه) که بوسیله رابط معروف برنولی به (ΔP) بستگی پیدا میکند

$$\frac{1}{2} \rho V^2 = \Delta P$$

ρ ضریب مربوط به جرم سیال که در ارتفاع سطح دریا (سطح صفر) برای هوا مساوی :

$$\rho = \frac{10}{8}$$

بواحد کیلوگرم متر مکعب خواهد بود. F نیروی وارده به سطح اتکاء متناسب با حاصلضرب (ΔP) در سطح

و همچنین ضریب مخصوص قدرت W_s را که مساوی است با نسبت :

$$W_s = \frac{\text{قدرت مصرف شده برای اتکاء}}{\text{وزن جرمی که با ارتفاع } h \text{ حرکت می نماید}}$$

بواحد کیلووات - تن تعریف می نمائیم .

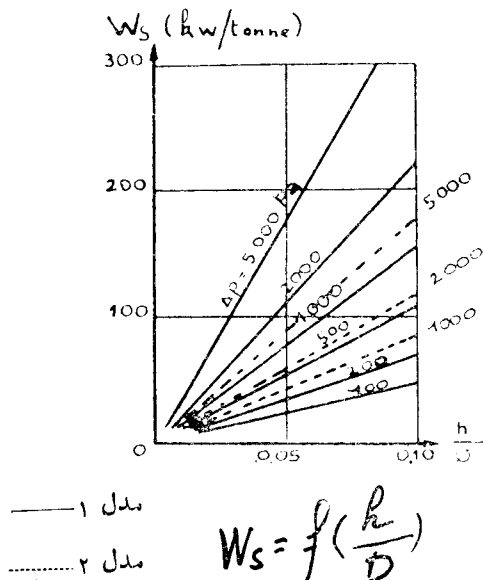
منحنی های :

$$A = f\left(\frac{h}{D}\right)$$

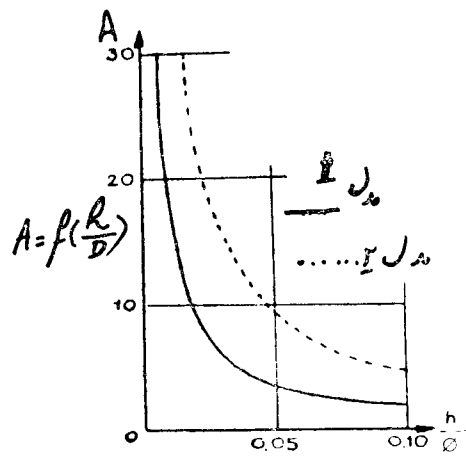
در شکل (۳) و :

$$W_s = f\left(\frac{h}{D}\right)$$

در شکل (۴) مقادیر جالب A و W_s را بحسب تغییرات ΔP (ازدیاد فشار) بمانشان میدهد البته مقادیر $\frac{h}{D}$ همیشه کم در نظر گرفته شده است . مطالعه این منحنی ها نشان میدهد که :



شکل ۴



شکل ۳

منحنی ها از شرکت فرانسوی Bertin

اگر ارتفاع h کم باشد (در حدود چند سانتیمتر) و مقدار $\frac{h}{D}$ کمتر از ۲٪ ، قدرت W_s در حدود

۱۰ (کیلووات تن) خواهد بود و ازدیاد فشار لازم :

$$\Delta P = 2000 \text{ Pa} \# \frac{1}{10} \text{ اتمسفر} = 20 \text{ gr/cm}^2$$

P_a واحد فشار به پاسکال است (پاسکال واحد بین المللی فشار و تقریباً (۱۰۰۰۰۰ $P_a = 1$ اتمسفر))

اما مقدار h باید طوری باشد که وسیله نقلیه از ناهمواریهای سطح زمین بتواند عبور کند . با در نظر گرفتن

شکل (۲) و خروج هوا از محیط قاعده استوانه و با محاسبه مختصر میتوان دریافت که اگر قطر دایره استوانه متر ۴ = D و ارتفاع متر ۰٫۰۵ = h و $\Delta P = 2000 P_a$ و $\frac{h}{D} = 0.125$ برای وزن بار مساوی ۲/۵ تن مقدار W_s در حدود ۱۴ کیلوات تن میشود که بکلی غیرقابل قبول است.

اما با قطر ۴ متر D و وزن بار ۲۰۰ تن W_s مساوی ده کیلووات ارتفاع h ناهمواری قابل عبور در حدود ۶ سانتیمتر میشود که بهیچوجه کافی نیست.

استفاده از پاچین لاستیکی :

خودروی بادرو وقتی از نظر اقتصادی مقرون بصرفه است که نسبت $\frac{h}{D}$ در حدود یک تا دو درصد (۲٪ تا ۱٪) باشد یک استوانه نرم و الاستیک مانند پاچین میتواند تعادل را برقرار نماید با استفاده از دواصل بالا به خودروهای بادرو یک پاچین لاستیکی بنام ژوپ Jupe یا Petticoat) با جدار خارجی نرم و الاستیک نصب مینمایند و این پاچین لاستیکی خروج هوای سطح اتکاء را بطریق مناسبی هدایت و محدود می نماید. با توجه به نرم بودن پاچین جهت خودروهای بادی مشکلی در عبور از زمین های ناهموار ایجاد نمیشود.

نصب این پاچین نسبت ارتفاع h_t (خروج سیال) و ارتفاع h_o (ارتفاع ناهمواریهای سطح زمین) یعنی نسبت $\frac{h_o}{h_t}$ را مورد توجه قرار میدهد. ارتفاع h_o در عین حال تابع همان ارتفاع پاچین نیز میباشد با استفاده از پاچین لاستیکی نسبت $\frac{h_o}{h_t}$ در حدود ۲ تا ۱۰ میتواند باشد در صورتیکه بدون پاچین این مقدار فقط یک تا دو بوده است.

از نقطه نظر عملی به ماشین های بادرو معمولاً چندین پاچین نصب میشود تا در حین عبور از ناهمواریهای سطح زمین اگر یکی از آنها مورد استفاده قرار نگیرد سایرین وظیفه آنرا انجام و نقص آنرا جبران کند.



شکل ۵- عبور ماشین بادرو از زمین ناهموار (Bertin)

پاچین ماشین بادرو یک واسطه نرم و الاستیک بین ماشین و سطح تکیه گاه (زمین یا آب) می باشد ارتفاع پاچین متناسب با ارتفاع ناهمواریهای قابل عبور سطح تکیه گاه است.

با توجه با ارتفاع نسبی خروج هوا که در حدود یک تا دو درصد انتخاب میشود نصب پاچین لاستیکی به ماشین اجازه میدهد که با قدرت (W_s) کم بتواند از روی ناهمواریهای نسبتاً بزرگ عبور نماید. یعنی نصب پاچین لاستیکی در قدرت مصرف ماشین بادرو صرفه جوئی زیادی بعمل میآورد و همچنین چون ارتفاع و میزان خروج هوا کم میشود مقدار هوای کمتری باید بزر ماشین فرستاده شود و در سرعت های زیاد مقاومت حاصله از خروج هوا نیز کمتر میگردد.

مثلاً یک خودروی بادرو با پاچین لاستیکی که با اضافه فشار کم $1000 P_a$ تا $2000 P_a$ و قدرت

کمتر از 10 kW/t کار میکنند میتوانند کاملاً در شرایط مقرون بصره و بدون اشکال مهم در زمینی که ناهمواریهای آن در حدود پنجاه سانتیمتر است حرکت نماید.

تکتولوژی خودروهای بادرو :

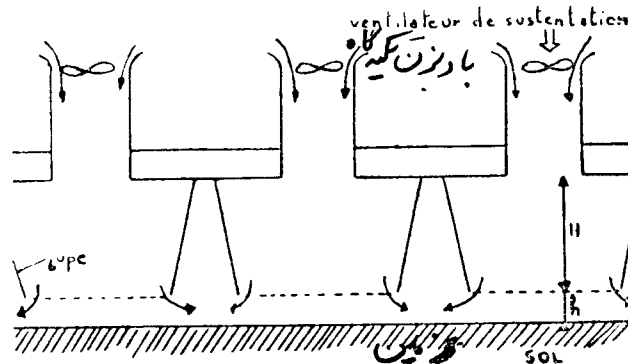
نوع ماشین بادرو هرچه باشد حتماً دارای پاچین لاستیکی خواهد بود وجود پاچین مانند لاستیک اتومبیل در حرکت آن بسیار مؤثر است.

در حال حاضر تمایل سازندگان بسط خودروهای بادرو به مطالعه دو نوع ماشین زیر است :

- در انگلستان خودروی بادرو با پاچین لاستیکی و خروج هوا از محیط قاعده استوانه‌ای پاچین
- در فرانسه خودروی بادرو با پاچین لاستیکی و خروج هوا در تمام سطح قاعده استوانه‌ای پاچین.

رجحان این دو طریقه بر یکدیگر کاملاً مسلم نیست بهمین جهت در حال حاضر از هر دو طریقه بیک نسبت استفاده میشود.

شرکت معروف فرانسوی بنام Bertin در حال حاضر ترن‌ها و خودروهای بادرو را با پاچین‌های متعدد میسازد.



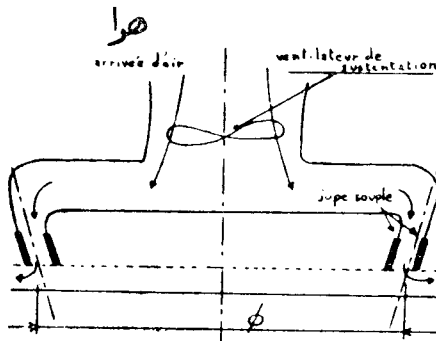
شکل ۶- خودروی بادرو با شش پاچین

در مورد خودروی بادرو که هوا از محیط قاعده‌ی یک استوانه خارج میشود خروج هوا از یک شیار دایروی و باریک تابع قوانین مربوط به شیارهای باریک است و ذرات هوا تحت تأثیر قوای فرار از مرکز هستند و تعادل ماشین در اثر فشار هوا و قوای فرار از مرکز ذرات هوا برقرار میگردد. پاچین‌های لاستیکی این ماشین بصورت استوانه‌های لاستیکی متحدالمرکز که بوسیله اتصالیهای مخصوص بهمین حالت همیشه نگاهداشته میشود ساخته شده و چون فضای فیما بین استوانه‌های لاستیکی تحت تأثیر قوای مختلف میباشند عدم دقت در ساختمان آنها پاچین را از حالت عادی خود خارج می‌نماید.

خصوصیات تعادل استاتیک و دینامیک ماشین‌های بادرو :

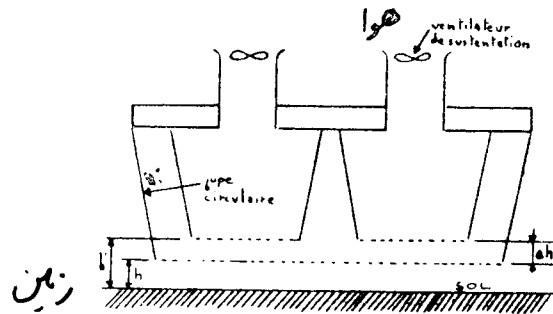
تعادل استاتیک خودروی بادرو بوسیله قوای الاستیسیته تکیه گاهها و وزن و قوای مختلفی که در

سیستم بوجود میآید باید ایجاد شود انتخاب پاچین های متعدد به تعادل استاتیک ماشین کمک فراوان می نماید .



شکل ۸

پاچین مدل ۲ جزئیات ساختمانی



شکل ۷

خودروی ماشین بادرو باچهار پاچین مدل ۲

زیرا اگر احیاناً یک طرف خودرو بادرو نشست کند خروج هوا از پاچین همین طرف بزحمت صورت میگیرد و عدم خروج هوا از پاچین فشار هوای بیشتری در داخل آن بوجود می آورد و همین اضافه فشار طرف نشسته ماشین را بالا میبرد و باین ترتیب ملاحظه میشود تأمین هوای فشرده هریک از پاچین ها بطور مستقل و تنظیم ورود و خروج هوا ، تعادل ماشین را برقرار مینماید .

درمورد تعادل دینامیک باید دانست که خودرو تحت تأثیر فوای الاستیسیته تکیه گاهها و سرعت و سایر قوای ایجاد شده در اثر حرکت ، تعادل خود را حفظ میکند و فشار هوای داخلی پاچین وظیفه مؤثری را دارا میباشد .

میزان نوسانات دینامیک متناسب با نسبت جاذب جرم در حرکت و فشار هوا است و این دو عامل در تعادل دینامیک ماشین تأثیر فراوان دارند . (درحقیقت فشار هوای داخل پاچین مانند فنرهای ماشینهای اتومبیل نوسانات را از بین میبرند) .

عبور از ناهمواریها :

عبور از ناهمواریهای زمین از نظر تعادل ماشینهای بادرو تابع وضع خروج هوای فشرده و الاستیسیته و نرمی پاچین است . در حین عبور از یک ناهمواری شرایط خروج هوا از تشک بادی مختل میگردد و چین و چروک ایجاد شده فشار هوای داخل پاچین را کم و یا زیاد مینماید و تعادل ماشین برهم میخورد بهمین جهت فضای داخلی پاچین را تیغه بندی نموده و تعداد آنها را زیادتر انتخاب مینمایند .

از طرف دیگر نوع لاستیک پاچین باید طوری باشد که درقبال تغییر شکل های مداوم و سائیدگیها و سایر عوامل ناشی از حرکت ماشین دوام کافی داشته باشد (شبیبه به لاستیک اتومبیل) و چون فشار هوای داخلی پاچین ها با استحکام آنها کمک کافی مینماید تیغه بندیهای پاچین باعث ازدیاد وزن و مشکلات ساختمان آن شده و ضرورتی ندارد ولی پاچین را میتوان بصورت مخروط ناقص و متناسب با تعادل ماشین و به قیمت

ارزان بدون احتیاج با بزار گران قیمت تهیه نمود تا تعویض آن نیز آسان باشد (مانند لاستیک اتومبیل).

موتورهای ایجاد فشار هوا :

ماشینهای بادرو از لحاظ موتورهای خود بر دو نوع تقسیم میشوند :

نوع اول ماشینهایی که از یک موتور بمنظور انتقال و حرکت افقی ماشین و ایجاد فشار هوای لازم استفاده نموده و نوع دوم آنهایی که یک موتور برای حرکت افقی و یک موتور مستقل دیگر برای ایجاد فشار هوا دارند البته موتورهای مصرفی نوع موتورهای احتراق داخلی هستند.

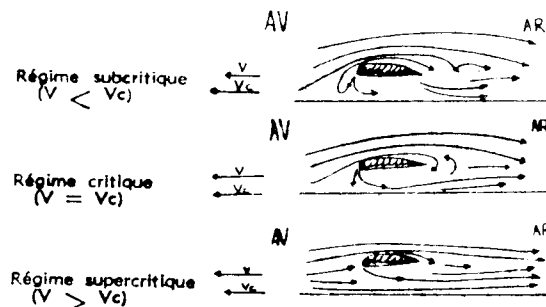
در ماشین های نوع اول قسمتی از قدرت موتور اصلی بمصرف حرکت و بکار انداختن بادبزن های هوا میرسد گازهای خروجی موتور نیز برای پره های متحرک بادبزن قابل استفاده است . این نوع ماشینها ساده اند ولی سرعت و میزان بارگیری آنها کم است . اما ماشین های نوع دوم که در آنها حرکت و ایجاد فشار هوا بوسیله موتورهای مستقل انجام میگردد از نظر فنی از قدرت موتور بهتر استفاده میشود .

برای ایجاد فشار هوا موتورهای مخصوص توربو راکتور Turbo-reacteur نوع جت هواپیمائی بکار برده میشود . پره های (هلیس) خروج گاز قابل تغییر وضعیت بوده و با پیچش آنها میتوان سرعت و وضعیت حرکت را تغییر داد . حتی برای حرکت انتقالی نیز میتوان از همین توربو راکتورها استفاده کرد . و بالاخص با استفاده از موتورهای جت در این ماشینهای بادرو میتوان از ترمزهای آنرو دینامیک بانصب یک پروانه اضافی استفاده نمود (شبيه به ترمز هواپیمای ملخ دار).

بوسیله همین پروانه ها میتوان جهت حرکت ماشین را تغییر داد . در حقیقت این پروانه ها وظیفه راهنما و فرمان یا به اصطلاح فنی Gouvernail ماشین را انجام میدهد .

وضع جریان رشته های هوا در حین حرکت :

بحسب سرعت ماشین بنظر میرسد که رشته های هوا در حین حرکت به سه شکل مختلف درمی آید و مسیر ذرات هوا در حین حرکت تابع سرعت ماشین است .



شکل ۸- وضع رشته های هوا در حین حرکت

$$\text{سرعت} = V \quad \text{سرعت بحرانی} = V_c$$

طبق شکل های فوق ، اگر سرعت از حد سرعت بحرانی کمتر باشد قسمتی از ذرات و رشته های هوا

بسمت جلو رانده شده و مقاومت در حرکت ایجاد نموده و بعداً برگشت مینماید.

بتدریج که سرعت زیاد میشود میزان حرکت ذرات ورشته‌های هوا بجلو کم شده و در سرعت بحرانی بکلی از بین رفته و اگر سرعت بیش از حد بحرانی باشد رشته‌های هوا طبق قوانین آئرو دینامیک از زیر ماشین عبور مینمایند. البته مطالعه وضع ماشینهای بادرو از نظر آئرو دینامیک بسیار جالب است و میتوان با دقت زیاد مسیر رشته‌های هوا را رسم کرد و این موضوع هنوز تحت مطالعه است.

وظائف ماشین بادرو:

قبل از هر چیز باید در نظر داشت که ماشین بادرو یک وسیله نقلیه است که بهیچوجه با سایر وسایل نقلیه رقابت نمیتواند بنماید. با توجه باحتیاجات روزافزون جامعه‌های انسانی به حمل بار و انتقال مسافر و سائط نقلیه جدید همیشه مورد نیاز است. فشار هوا ماشین بادرو را در سطح بالای زمین نگاهداشته و فشار وارده بواحد سطح زمین در مسیر خود بسیار کم و بنابراین اجازه میدهد که در ساختمان جاده‌ها صرفه‌جویی شود. البته ماشین بادرو بعلت کمی سرعت و کمی قابلیت تحرك خود در جاده‌های معمولی نمیتواند حرکت نماید ولی در عوض در جاده‌های ناهموار و مناطق غیر صنعتی که جاده‌های آماده موجود نیست و همچنین در سطح آب بهترین وسیله نقلیه برای بار و مسافر است.

ماشین بادروی هدایت شده:

برای ماشینهای بادروی هدایت شده عبور از ناهمواری سطح زمین مشکل نیست. ارتفاع نسبی $\frac{h}{D}$ خیلی کم و در حدود کمتر از یک درصد، هزینه و قدرت مصرفی برای اتکاء روی زمین بسیار کم و از این لحاظ دارای مزایای زیر میباشد:

- با توجه به کمی اصطکاک ماشین با سطح زمین با شرایط مساوی سرعت ماشین زیاد و توانایی مقاومت اجزاء مکانیکی ماشین در قبال عوامل مختلف بسیار زیادتر از ماشین معمولی است و نیاز به قطعات ساخته شده از فولاد مخصوص ندارد.

- حرکت روی تشک هوایی را حتی بیشتر و تعادل بهتر برای ماشین ایجاد و ناراحتی‌های حاصله از تکانهای ماشین در حین عبور از ناهمواریها بکلی از بین میرود.

- با توجه به ارتفاع ماشین از سطح تکیه‌گاه اعم از زمین یا آب یا ریل خط‌آهن، امنیت بیشتری از نظر متوقف نمودن و ترمز کردن و هدایت ماشین موجود است.

در مورد قطارهای مجهز به ماشینهای بادرو بکلی وضع ریل‌های آهن عوض شده و بجای آن ریل از بتون مسلح بشکل (L) ساخته میشود و تکیه‌گاه واگنها و لوکوموتیو در سطح بالای ریل بتونی و هدایت قطار بوسیله سطوح جانبی ریل بتونی انجام میشود. حرکت انتقالی ماشین بوسیله موتورهای جت و هلیس و کم کردن سرعت و متوقف نمودن قطار بوسیله تغییر زاویه پروانه‌های هلیس و احياناً معکوس نمودن گام هلیس و توقف فوری بوسیله گیره‌های معمولی روی ریل بتونی انجام میگردد. بین سطوح تکیه‌گاه و ریل

بتونی همیشه چند سانتیمتر هوای فشرده وجود دارد ، قطارهای بادرو که چند سال قبل آزمایش شده و ماشینهای بادروی سریع السیر در ایجاد ارتباط با سرعتهای خیلی زیاد بین شهرهایی که فاصله آنها یکصد تا چهارصد کیلومتر می باشد بسیار مؤثرند .

ماشینهای بادرو آزاد :

ماشینهایی را باین نام مینامیم که جهت حرکت خود به جاده ساخته شده یا یک مسیر معین نیازمند نباشند مانند ماشینهایی که روی آب یا روی زمینهای ناهموار حرکت مینمایند .

یکی از انواع این ماشینهای بادرو بوسیله فرانسویها بنام Terraplane Bertin DC8 ساخته شده که شبیه به کامیون معمولی و دارای هفت پاچین بوده وزن بی بار آن ۲۳۰ کیلوگرم و میتواند ۲ تن بار حمل نماید . چرخهای ماشین دیگر تکیه گاه کامیون مزبور نیست بلکه به ماشین آویزان فقط وسیله هدایت ماشین می باشد .

فشار هوای تکیه گاههای بادی بوسیله یک موتورجت از نوع توربومکاماربور Turbomeca Marbor و نقل و انتقال افقی بوسیله موتورجت Turbomeca Artoust بقدرت ۳ کیلووات تأمین میگردد . این موتور دو هلیس را بگردش می آورد .

حد اکثر سرعت در حدود یکصد کیلومتر در ساعت و میتواند از ناهمواریهایی در حدود ۶ سانتیمتر عمق عبور نماید . ماشین بادروی دیگری را بنام Naviplane N300 شرکت Sédam میسازد که میتواند روی آب و هم روی زمین با سرعت در حدود یکصد کیلومتر ساعت حرکت نماید وزن بی بار آن ۳ تن و وزن بار قابل حمل ۱۲ تن است .

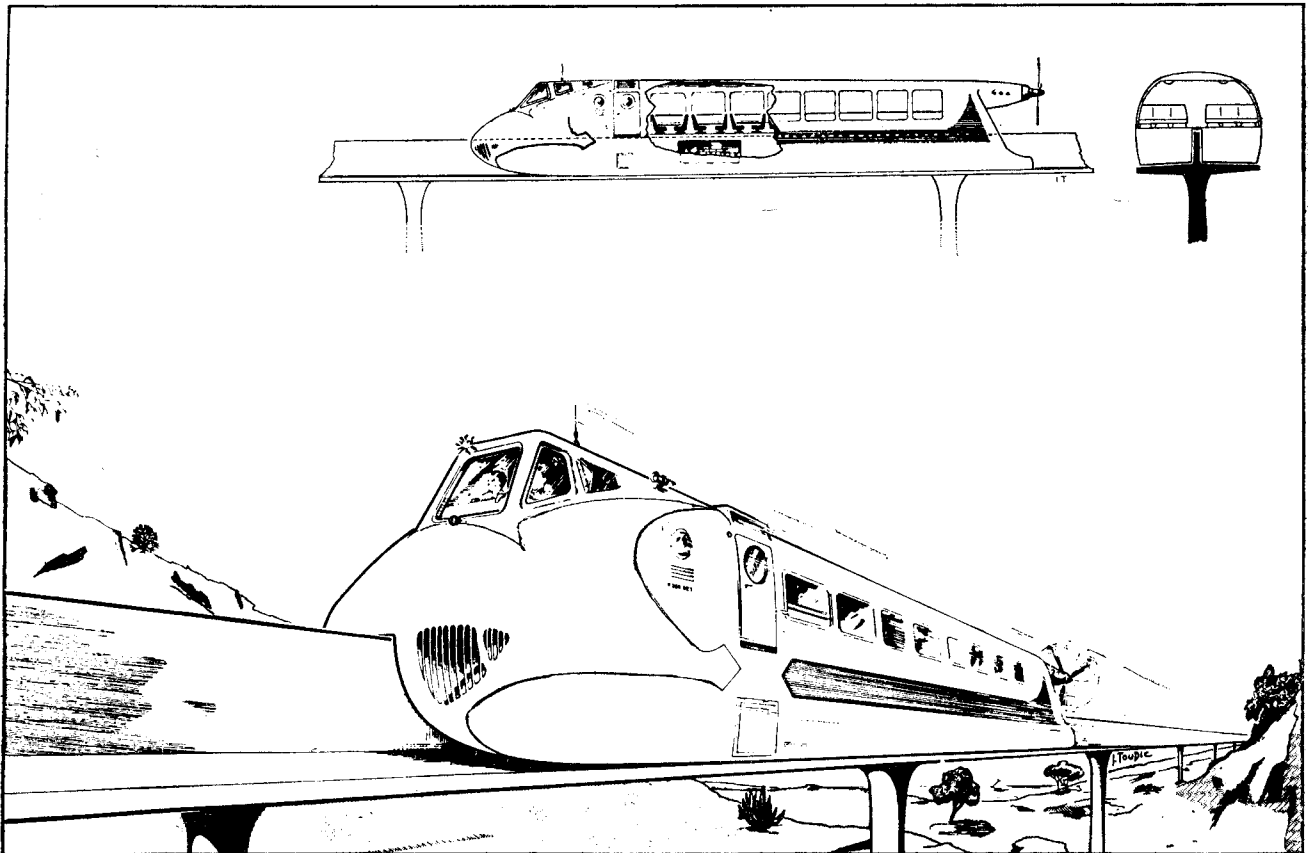
در انگلستان ماشین بادروی هورگرافت Hovercraft SRN2 ساخت شرکت Weslnd که آزمایش شده و از دریای مانش Manche عبور نموده و فعلاً ماشین SRN4 در مرحله مطالعه است .

وزن ماشین اخیر در حدود ۲ تن و ارتفاع پاچین های آن ۰۳ متر و باید وظیفه قطار دریائی (ferry-boat) را انجام دهد این ماشین ۲۰ نفر مسافر با سی اتومبیل را با سرعتی در حدود یکصد کیلومتر ساعت روی دریای مانش حمل خواهد نمود و یک ماشین Hovercraft SRN6 با ۱۶ متر طول برای حمل بار و مسافر فعلاً در دریای مانش انجام وظیفه می کند .

در امریکا شرکت Bell ماشین بادرو Hydro-Skymer SKMR1 و همچنین ماشینهای مشابه آنرا ساخته است . دو شرکت سوئدی نیز یک ماشین بادروی دایروی برای حمل بار و مسافر در تنگه پادوکاله Pas de Calais ساخته اند که فاصله فرانسه و انگلستان را در سی دقیقه طی مینماید . در روسیه Delfin و Sormovitch دو نوع ماشین بادرو با خروج هوا در محیط قاعده استوانه پاچین ساخته اند که میتواند ۰ نفر مسافر را روی زمین حمل نماید که با یک موتورجت (۱۳۲۰) کیلووات مجهز بوده و میتواند سرعتی در حدود یکصد کیلومتر ساعت داشته باشد .

پیش‌بینی آتیه ماشین‌های بادرو :

بقول یکی از محققین ، ماشین بادرو تازه کار خود را در زندگی جامعه بشری شروع نموده است . ماشین بادرو بیشتر از تکنیک هواپیمائی استفاده مینماید و دارای آتیه جالب و ارزنده‌ای است . این ماشینها سرعت نقل و انتقال را چه در سطح آب و چه در سطح زمین بطور قابل ملاحظه‌ای نسبت به ماشینهای موجود ترقی میدهند و بهمان نسبت که هواپیمای جت جانشین هواپیمای ملخ دار شد بنظر میرسد که با توجه به صرفه‌جویی در مصرف سوخت و زمان این ماشینها در آتیه نزدیک برای حمل و نقل بار و مسافر چه در روی سطح زمین و چه در آب جای ماشینهای موجود را در مسافتهای دور غصب نمایند .



نقل از مجله صنایع و کارخانجات Revue des Arts et Manufactures .