FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2000. március 24-25.

ENERGETIKAI TRANSZPORT FOLYAMATOK VIZSGÁLATA ERŐGÉPEKEN, KÜLÖNÖS TEKINTETTEL A TALAJ- GUMIABRONCS KAPCSOLATRA

Dr. Laib Lajos egyetemi tanár

Virág Zoltán PhD hallgató

Abstract

One of the key unsolved problems in off-road locomotion research is the mathematical description of the physical process in the tire-soil interface.

The soil profile, which generates the vibration of the vehicle, is significantly modified by the vehicle itself. Part of the kinetic energy of the vibrating vehicle is absorbed by the soil while the dynamic normal and shear forces are affecting the interaction.

Bevezetés

A járművekkel foglalkozó műszaki tudományok fontos területének egyike az energetikai transzport folyamatok vizsgálata. Mivel a jármű hatásfokát a bevezetett és a hasznos teljesítmény határozza meg fontos ismerni a két végpont között lejátszódó folyamatokat.

Terepjáró járművek és mezőgazdasági erőgépek alkalmazásának alapvető feltétele a vonóerő kifejtés, miközben a vontatás, önvontatás veszteségeit fedezni kell. Ezen járművek üzemi viszonyai lényegesen eltérnek a közúti járművek üzemi viszonyaitól, mert folyamatosan instacioner körülmények között, magas közepes terhelést kapnak.

A szabadföldön mozgó járművek vizsgálatával már a század elején foglalkoztak. A kutatók a kerék-talaj kapcsolatban végbemenő mechanikai folyamatok meghatározására, valamint e folyamatok képletekkel történő leírására törekedtek, mert a járművek haladását elsősorban a talaj és a kerék-talaj kapcsolata befolyásolja.

A kutatások elején kiderült, hogy a járműkerék alatt a talaj kettős igénybevételnek van kitéve: egyrészt a normális jellegű igénybevétel hatására a talaj összenyomódik, másrészt a hajtónyomaték nyírási jellegű igénybevételt fejt ki a talaj kerék alatti részére. Mindezen igénybevételek közben relatív elmozdulás (csúszás) lép fel a gumiabroncsban, a talaj és a gumiabroncs között, valamint a talajszemcsék között.

A vonóerő kifejtés alapvető feltétele a talaj-deformációja, de a létrejövő igénybevételeknek káros hatása van. A talaj tömörítése és nyírása jelentős energia felhasználást kíván a jármű részéről (gördülési ellenállás), valamint a talajnak rosszak lesznek a víz és levegő áramlási viszonyai.

A kutatók által kidolgozott hagyományos számítási módszerek stacionerek voltak, miközben a járművek instacioner körülmények között működnek. A jármű mozgásakor a terep egyenetlenségek által gerjesztett lengések miatt a normál irányú erő instacioner, és ez hatással van a talaj-járműkerék kapcsolatra. További problémát jelent a talajon belüli relatív elmozdulás, valamint a slip jelensége. Mindezek együttesen csökkentik a kidolgozott képletek alkalmazhatóságát. [1]

A kutatás új lendületet kapott a terepen mozgó jármű mozgékonyágát szimulációval meghatározó modellek kidolgozásával. Kifejlesztésre és alkalmazásra kerültek olyan dinamikai elemző szoftverek, mint az ADAMS, a DADS és a SOVAS. Mindezek ellenére a kerék-talaj kapcsolat dinamikai modellezése jelentősen nem fejlődött, mert a kerék-talaj kapcsolatának számos kérdése még mindig nem tisztázott, köztük az egyik legfontosabb kérdés a terepprofil szerepe.

Célkitűzés

Mozgékonyági modellekkel végzett kísérletek során bizonyossá vált, hogy a jármű jelentősen módosítja a lengéseit gerjesztő terepegyenetlenségeket. A kerék előtt található természetes profil a jármű áthaladása közben módosul és kialakul az úgynevezett „visszamaradó” terepprofil. A jármű lengéseit létrehozó útprofil mindkét profiltól különbözik, ezt nevezik „ható” profilnak. A dinamikus járműlengések a talajt tömörítik, és az egyenetlenség módosul.

Szabadföldi mérések segítségével megállapították, hogy a kialakuló tolóerőre jelentős hatása van a terepprofilnak és a gerjesztett lengéseknek. A dinamikusan ható horizontális és normál igénybevételek mellett a lengéseknél keletkező mozgási energia egy részét a talaj abszorbeálja. [1]

Ezeket a vizsgálati eredményeket felhasználva két következtetés vonható le:

- a talajdeformációra felhasznált energia a slip és a gördülési ellenállás része
- a dinamikai modellek pontosításához meg kell határozni a talajok energia elnyelését fajlagos formában.

A következtetések helyességének eldöntéséhez egy adott jármű teljesítmény mérlegét kell felállítani, valamint meg kell határozni a talaj-gumiabroncs kapcsolatban létrejövő erők és elmozdulások nagyságát mindhárom tengely irányában. Ezen adatok meghatározása vontatási vizsgálat segítségével történik.[2]

A kapott eredmények alapján elkészíthető a talaj-gumiabroncs kapcsolat pontosabb eredményeket adó dinamikai modellje.

Vizsgálati módszer

A vontatási vizsgálatot különböző nedvességtartalmú és tömörségű talajon, különböző gumiabroncs légnyomás és járműtömeg esetében végezzük el. A mérések megkezdésekor jegyzőkönyvben rögzíteni kell a motor, a nyomatékvaltó, a tengelyterhelés, a kerékhajtás, és a gumiabroncs adatait. A gázkart maximális helyzetbe kell állítani. A mérőszakasz 200 m hosszú, 25 m felfutási, és 25 m kifutási szakaszokkal. A járművet valamilyen vontatmánnyal (másik jármű, mérőkocsi) terheljük, és a vonórúdca épített nyílásmérő bélyeggel mérjük a vontatáshoz szükséges erőt.

Mérjük a mérőszakasz megtételéhez szükséges időt és az erőforrás által elfogyasztott üzemanyagot. A kerekre szerelt fordulatszám-lálóval meghatározható a mérőszakaszon a kerék fordulatainak száma.

A vontatási vizsgálat elvégzése közben méréseket kell végezni a talajdeformáció háromirányú komponenseire bontásához is. A jármű áthaladása előtt és után meg kell határozni a talaj nedvességtartalmát, sűrűségét, kohézióját és belső súrlódását.

A talajdeformáció vízszintes irányú komponensét a slip (s) és az abroncs felfekvési úthossza (l) segítségével határozható meg. Ha a slip például tíz százalék, akkor az abroncs alatt lévő talajrészecske a felfekvési hossz tíz százalékának megfelelő nagyságban mozdul el, így:

$$Z_v = l \cdot s \quad [\text{m}] \quad (1).$$

Ha ezt megszorozzuk a vonóerővel (F_v) megkapjuk az elmozduláshoz szükséges munkát (W_v):

$$W_v = Z_v \cdot z \quad [\text{kJ}] \quad (2).$$

A munkából meghatározható a teljesítmény (P_v):

$$P_v = W_v / t \quad [\text{kW}] \quad (3). [3]$$

A függőleges irányú komponens meghatározása a jármű tengelyére szerelt gyorsulásmérő segítségével történik. A függőleges irányú gyorsulásokból és a tömegekből kiszámítható a függőlegesen ható erő (F_f). A profilozással meghatározott talajbesüllyedés (h_f) és két profilozó mérés közötti úthossz megtételéhez szükséges idő (t_f) alapján számítható a szükséges munka (W_f) és teljesítmény (P_f). [3]

$$W_f = F_f \cdot h_f \quad [\text{kJ}] \quad (4)$$

$$P_f = W_f / t_f \quad [\text{kW}] \quad (5)$$

A keresztirányú komponens meghatározásához szintén a tengelyre szerelt, de keresztirányú gyorsulást mérő érzékelő szükséges. A mért gyorsulásokat a Calvin-Thompson féle visszavezetési eljárással feldolgozva kiszámítható a keresztirányban megtett úthossz (h_k) és a sebesség (V_k), valamint a

tömegek ismeretében a fellépő erők (F_k).Ezen adatok ismeretében a következő képleteket alkalmazzuk a munka (W_k) és teljesítmény (P_k)számításához:

$$W_k = F_k \cdot h_k \quad [\text{kJ}] \quad (6)$$

$$P_k = W_k/t \quad [\text{kW}] \quad (7).[3]$$

A kapott eredmények segítségével kiszámítható a talaj fajlagos energia abszorpciója.

Összefoglalás

A talaj és a jármű közötti kölcsönhatás rendkívül összetett így matematikai modelljének elkészítése nehéz feladat.

A jármű és a járászerkezet értékelését elvégezhetjük úgy is, hogy a talajparamétereket és a járműjellemzőket matematikai eljárások segítségével állítjuk párhuzamba. Ezen eljárás óriási hátránya, hogy csak kohéziós talajok esetében és adott körülmények között ad elfogadható eredményeket.

A probléma megoldását mindenképpen azok a modellek fogják megadni, amelyek elméleti alapon lettek felépítve, és eredményeik jól közelítik a szabadföldi mérések eredményeit.[1]

Felhasznált irodalom

- [1] Dr. Komándi György – Dr. Laib Lajos: Talaj-gumiabroncs kapcsolat szimulációja
Járművek, építőipari és mezőgazdasági Gépek, 1998 május, 167-174 oldal
- [2] Prof. Dr. L. Laib: Dynamic Simulation of the Tire-Soil Interection
Proc. 13th International of the ISTVS/Munich Germany/ 1999. Szeptember 14-17. 364-367 old.
- [3] P. Kiss, Prof. Dr. L. Laib: Determination of the Energy Absorbed by the Soil-Tire Interaction
Proc. 13th International of the ISTVS/Munich Germany/ 1999. Szeptember 14-17. 373-388 old.

Virág Zoltán

Bolyai János Katonai Műszaki Főiskola, 1456 Budapest, Pf.: 12.

Tel: +36-01-215-0350/7245, E-mail:ZVIRAG@BJKMF.HU