

Farkas Zoltán\*

# Lánc talpas futóművek

VII. rész

## FUTÓGÖRGÖK

Futógörgőnek nevezzük azokat a görgőket, amelyek a lánc talpon keresztül viselik és mozgatják a harckocsi teljes súlyát a talajon. Ezek biztosítják a harckocsi mozgási ellenállás csökkentését a lánc talpon keresztül.

## A FUTÓGÖRGÖKKEL SZEMBEN TÁMASZTOTT KÖVETELMÉNYEK ÉS AZOK MEGVALÓSÍTÁSI LEHETŐSÉGEI

A harckocsi-futógörgőket a következő mutatók szerint értékelik:

1. A futógörgő-lengések minimálisra csökkentése a lánc on, a futógörgő átmérőjének, deformációjának csökkentése, gazdaságos gördülő csapágyak és az előírt kenőanyagok alkalmazása. A görgők oldalpáncélhoz viszonyított vonalba állításának szigorú betartása.

2. A futógörgők folyamatos üzemképességének biztosítása hosszú időszakra szolgáló technikai kiszolgálással és a különböző előírások betartásával. A követelményeknek megfelelő görgő típus kiválasztása, az optimális görgőátmérő, valamint az egyenletes elosztás és sűrűség meghatározása, az engedélyezett terhelés betartása, valamint minőségi rugózási rendszer. Ezek alól kivételt képeznek a kísérleti és próba futóművek.

A peremes, karimás kivitelű futógörgőkkel szemben támasztott további követelmény a folyamatos kenés és megbízható védelem kialakítása a homok, a föld és egyéb szennyező anyagok ellen, a leghosszabb élettartamú csapágyak alkalmazásával, amelyek az állandó terhelés mellett meghibásodás nélkül elviselik a hirtelen lökészerű ütéseket, lökéseket. Ez utóbbi különösen nagy terhelést jelent a ferde láncágnál, azon belül is a gumi-fémcsuklós lánc tagoknál.

A futógörgők megbízható munkája függ a gumibroncs optimális szélességétől és átmérőjétől, ki kell választani a megfelelő fajtájú és minőségű gumit és megbízható kötést kell létrehozni a futógörgő fémbroncsához. A jobb kötést érdekében a fémbroncsot ék alakú bordázattal látják el. A futógörgők nagy mechanikus és termikus terhelése miatt a gumibroncs leválhat. A gumibroncs középső részénél egyenletes elosztású terhelést kell biztosítani és megfelelő védelem szükséges a meghibásodott lánc tag-tarajok ellen. Ugyancsak fontos szempont a magas futási teljesítmény, valamint a meghibásodott futógörgő csapágyak és görgők gyors cseréjének biztosítása. A görgő fémbroncsa sérülékeny és folyamatosan biztosítani kell a lánc talpon történő „sima” járását, amely szoros összefüggésben áll a lánc talp üzemelésével, élettartamával.

3. A lánc talpról a futógörgőre áttámadó lökések és ütések csillapítása a zaj csökkentése érdekében. Ennél a követelménynél előnyben kell részesíteni a gumi futófelülettel bevont broncsokat vagy szélsőséges esetben nagymértékű lengéscsillapítást kell kialakítani.

4. A teljesen fémszerkezetű görgők sajátossága a kis súly, ugyanakkor figyelmet érdemel, hogy a lánc talpról érkező ütésszerű terhelések meghibásodásokat okozhatnak. A görgők lengőtömege fajlagosan a harckocsi tömegének 4-7%-a. Törekedni kell a csökkentett súlyú görgő típusok kiválasztására. A kisebb átmérőjű, könnyű, zárt fémszerkezetű görgők előnyösebbek. Ilyen megoldások lehetnek a könnyű alumíniumból, magnéziumból gumi futófelülettel, kerékaggyal, tárcsával készült futógörgők. Törekedni kell arra, hogy a tervező minden alkatrész csökkentését alapvetően a fémek csökkentésével, a fém nélküli megbízható és hosszú élettartamú futógörgők alkalmazásával érje el.

A görgős futómű előnyei:

- a lánc talp felső ága a rugózott tömeghez tartozik;
- a lánc meghajtó kerék és lánc vezető (feszítő) kerék elhelyezési magassága és átmérője változtatható;
- nagyobb rugóút valósítható meg.

Kis futógörgő átmérőnél:

- kisebb a rugózatlan tömeg;
- a görgők tárcsáinak kisebb a hajlító igénybevétele az oldalirányú erők ébredésénél;
- kisebb a helyigény (alkatrész, szállítás);
- kisebb a fenntartási munkaigény;
- több futógörgő jut egységnyi felületre, ezért kisebb lesz a görgők (csapágyak, gumibroncs, rugók) terhelése;
- egyenletesebb a súlyelosztás;
- egy-két futógörgő kiesése könnyebben elviselhető.

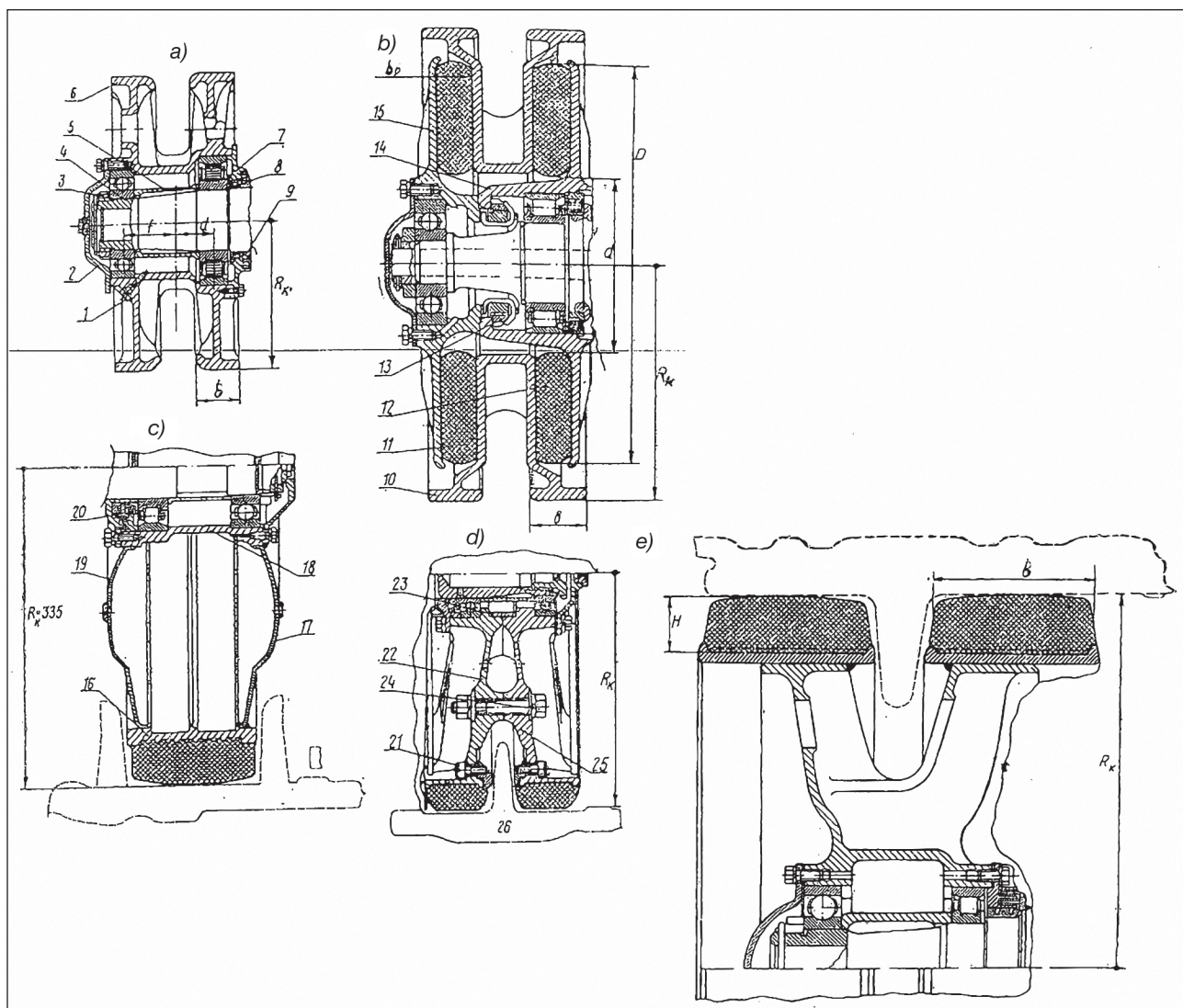
## A FUTÓGÖRGÖK OSZTÁLYOZÁSA, SZERKEZETI KIALAKÍTÁSA, ÖSSZEHASONLÍTÁSUK, JELLEMZŐIK ÉS ÉRTÉKELÉSÜK

A 71. ábrán (a) a teljesen fém- (acél-) szerkezetű futógörgő látható, amelyeket jellemzően a nehéz harckocsiknál használtak. A futógörgő golyós és hengergörgős csapágyakon forog, a páncéltest felőli oldalon simmering és labirint tömítést alkalmaznak a kenőanyag megtartására és a szennyező anyagok bejutásának megakadályozására. Az ilyen kialakítású futógörgőknek – mivel öntéssel készülnek – nagy a rugalmatlanságuk, ezért csillapítani kell a lánc talpról a gördülőcsapágyakat érő dinamikus ütéseket és lökéseket, illetve csökkenteni a harckocsi mozgásából adódó zajt. Az említett hiányosságok miatt a korszerű, gyorsjáratú harckocsik esetében az acélszerkezetű futógörgőt kevésbé alkalmazzák. Az alkatrész jellemzője a kis fajlagos tömeg; a harckocsi tömegének mintegy 4%-át teszi ki.

A 71. ábrán (b) a belső csillapítású futógörgő felépítése látható. A belső csillapítású görgők jellemzője, hogy a több részből álló kerékagy közepén kapcsolódnak össze, és a külső és belső tárcsa összeszorítja a felragasztott vagy vulkanizált két gumigyűrűt. A futógörgő öt alkatrészéből (két tárcsa, két gumigyűrű, futógörgő broncs) adja a rugó-

\* Nyá. mk. alezredes, a Zrínyi Miklós Katonai Akadémia óraadó tanára 1990–1995 között. ORCID: 0000-0002-5680-0822





71. ábra. Harckocsi futógörgő típusok

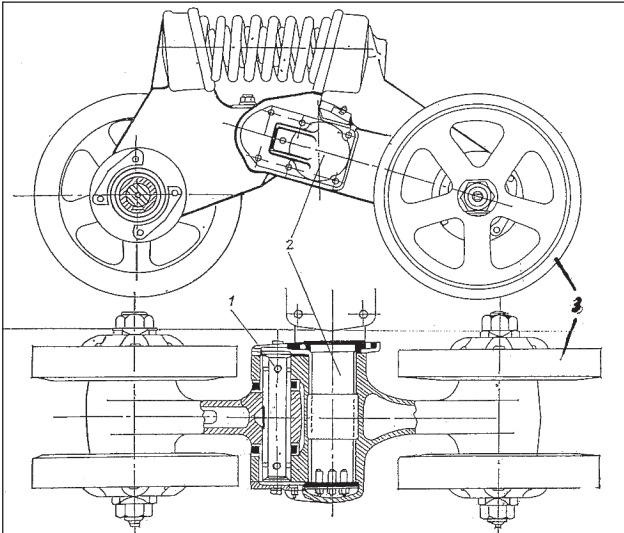
a – teljesen fémszerkezetű, 1 – feltöltőfurat záró csavar, 2 – záró(páncél) fedél, 3 – csavar, 4 – tengely, 5 – távtartó hüvely, 6 – öntvény futógörgő, 7 – háztömítés, 8 – gumi simmering tömítés, 9 – labirint tömítés, b – belső csillapítású, 10 – futógörgő abrasz (futófelület, 11, 12 gumigyűrű, 13 – anya, 14, 15 – belső és külső tárcsa, D – gumicsillapítók külső átmérője, d – gumicsillapítók belső átmérője,  $b_p$  – gumi csillapító szélessége, c – hegesztett szerkezetű futógörgő, 16 – gumi futófelületű abrasz, 17, 19 – külső és belső tárcsa, 18 – kerék agy, 20 – kombinált tömítés, d – könnyű alumínium öntvény vagy magnézium ötvözetű 21 – gumi rögzítő csavar, 22, 25 belső és külső tárcsa a rögzítéssel, 23 – központosító csavar, 24 – összekötő csavar, 26 – fém láncaltp,  $R_k$  – futó-görgő sugara, e – nagy méretű külső gumibroncsozású H – a vulkanizált gumi futófelület vastagsága, b – a gumibroncs szélessége

zási teljesítményt, ahol a tengelyirányú nyomóerő nagysága 20-30 t. A gumigyűrűket nagy erővel vulkanizálják a tárcsákra, és a futógörgő-abrasz tárcsájára ható nagy összeszorító erő a gumigyűrűket deformálja. Tengelyirányú feszültség keletkezik és ez az erő, valamint a deformáció megőrzi a tárcsák közötti, előre kiszámított távolságot és csavarokkal összeszorítják a kétrészes kerékagyat. Sík felületen a gumigyűrűk összeszorító ereje arányos, a nyomóerővel felragasztott vagy vulkanizált tárcsák a gumigyűrűkkel viselik a harckocsi tömegét és átadják a futófelületnek, amely a kerékagy sérülése nélkül csillapítja a talajról a láncalton keresztül érkező ütések. A gumigyűrű rugalmas alakváltozása, elmozdulása nem sokat csillapít, ezért a láncról érkező lökések és ütések átadódnak a futógörgő csapágyaknak. A teljes fémszerkezetű futógörgőkhöz képest itt a munkafeltételek jobbak, de a láncalpról érkező dinamikus hatásokat csökkenteni kell a csapágyak tökéletesítése mellett. Hiányossága abban áll, hogy több össze-

tevőjű a gyártás (görgők, gumigyűrűk) és összeszerelés, nagy tömegű az alkatrészgyártás a belsőcsillapítású görgőkhöz, amelyek 5-6%-kal növelik a futógörgők viszonylagos súlyát. Ezeket a görgő típusokat a szovjet KV-kon (KV – Kliment Vorosilov nehéz harckocsi), a T-64-eseken, a német nehéz harckocsikon és a Ferdinand önjáró lövegeken alkalmazták.

A 71. ábra (c) hegesztett szerkezetű futógörgőt ábrázol. Ezt a görgő típust könnyű, rendszerint úszásra is képes harcjárműveken alkalmazzák. Ilyen eszköz pl. a PT-76-os könnyű úszó harckocsi és annak alvázán kialakított harcjárművek, a BMP (БМП – Боевая машина пехоты – gyalogsági harcjármű), MT-LB (МТ-ЛБ – Многоцелевой Тягач Лёгкий Бронированный – többcélú könnyű páncélozott vontató) járműcsalád. A futógörgő két acéltárcsával készült, amelyre hegesztéssel rögzítik a tömör gumi felületű acélabraszot. A futógörgő kialakítása elősegíti a harckocsi úszóképességét, mivel a tárcsák hermetikusan zárt





**72. ábra. Csavarrugós himbakocsciban elhelyezett, kis méretű, acél futófelületű futógörgők**  
1 – segédcsap, 2 – főcsap, 3 – futógörgő

rendszerűek, könnyűek, de nagy szilárdságúak. A csapágyakhoz és a futógörgő tengelyéhez a folyadék bejutását a labirint és simmering tömítés akadályozza meg.

A 71. ábra (d) vázlaton egy könnyű alumíniumból vagy magnézium ötvözetből készült, két részből, csavarokkal összefogott és rögzített futógörgő látható. A két tömör gumival ellátott abroncsot csavarokkal rögzítik a tárcsákhoz. A konstrukció nagy előnye az egyszerű szerkezeti kialakítás, a könnyű súly és az, hogy nem korrodálnak.

A 71. ábra (e) vázlaton a nagy méretű, kettős futófelületű, tömör gumival abroncsozású futógörgő látható. A futógörgő tárcsája rendkívül szilárd öntött acélból készül. A tömör gumival ellátott abroncsot hegesztéssel rögzítik a tárcsához. Az abroncs ék alakú bordázatával vulkanizáláskor hozzájárul a tömör gumival jó tapadásához, biztosítva ezzel, hogy a fordulatoknál fellépő oldalirányú erők ne szakítsák le az abroncsról. A Z tengelyhez a szennyeződések bejutását labirint és simmering tömítés akadályozza meg.



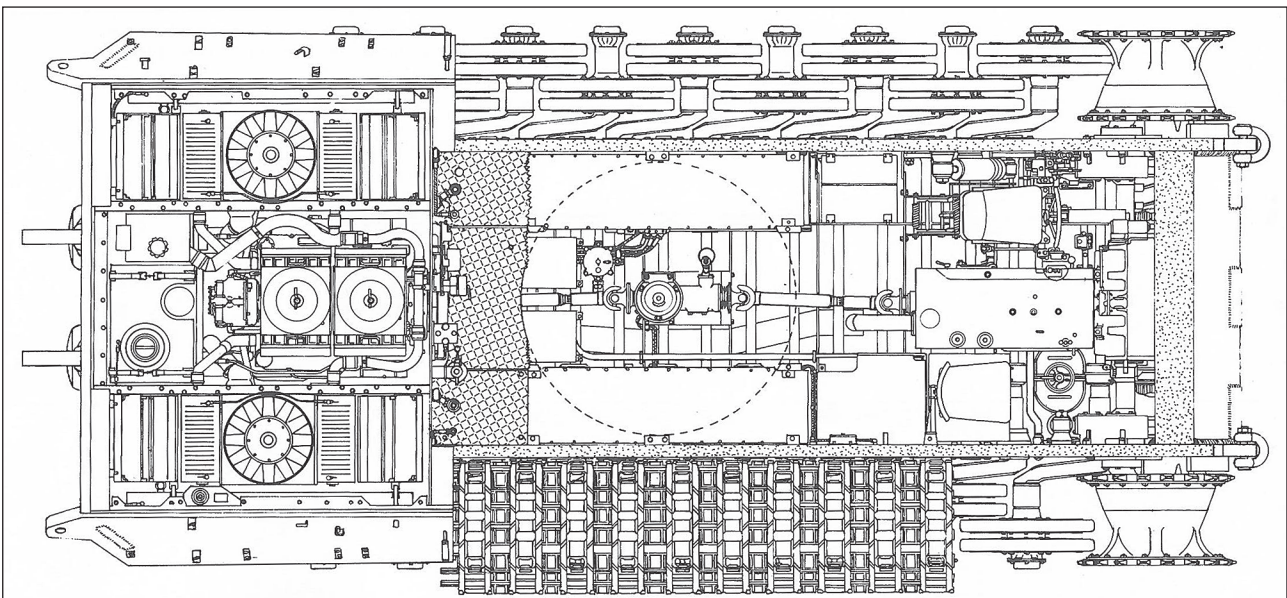
**74. ábra. Átlapoló futógörgők a Königstiger Sd. Kfz. 182 típusú harckocsin**

Az öt különböző típusú futógörgőnél látható, hogy az egy futófelülettel kialakított görgő kétsoros tarajjal készült láncok között fut, míg a kettős futófelületű görgők – függetlenül attól, hogy fém vagy tömör gumival futófelülettel rendelkeznek – egy tarajos láncsal működnek. Mindkét esetben a görgők megvezetik a láncot, illetve biztosítják, hogy a görgők ne lépjenek ki a láncból. Az a) és b) vázlaton látható görgők fémfutó felületük miatt zajosabb üzeműek. A külső tömör gumival abroncsozással készült görgőkonstrukció már az 1930-as években megjelent és a szovjet harckocsi típusok, mint pl. T-34-es, T-54-es, T-55-ös és az erre az alvázra épített harcjárművek jellemzőjévé vált. A görgők nagyságának csökkentése, a lökészszerű terhelések felvétele javítja a görgőcsapágyak munkafeltételeit, csökkenti a láncalaptól átadott dinamikus terhelést, a zajszintet. Mivel a görgőket működésük során az eszköz súlyának hordozásán túl, sugár- és tengelyirányú erők is terhelik, ezért a csapágyazásuk szinte minden esetben gölyös, és hengergörgős csapágyazással készült.

Az átlapoló futógörgők alkalmazásánál a tervezők arra törekedtek, hogy a láncok egyenletes terhelést kapjanak, így a talaj és a láncalapp közötti kapcsolat is egyenletesebb terhelést biztosítson a láncalpnak.

Az átlapoló futóműveket a jellemzően a német Panther és Tiger harckocsik különböző változatainál alkalmazták, to-

**73. ábra. Átlapoló futógörgők és a torziós tengelyek felülnézeti rajza**





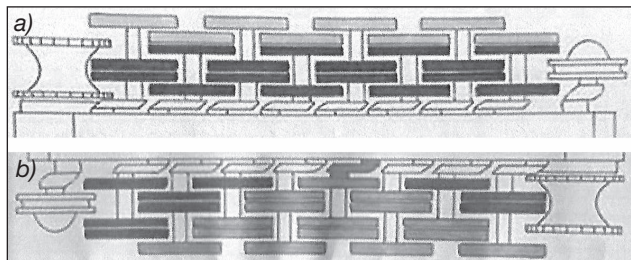
vábbá az Sd.Kfz 250-es, féllánctalpas eszközeinél. Ezeket a futóműveket a Henschel cég tervezte, gyártotta. A harckocsiknál az első kísérleteket a VK3001-es és VK3601-es harckocsi mintapéldányokon tesztelték. Az elkészített konstrukciók hasonlítottak a PzKpfw IV harckocsinál alkalmazott rendszerhez, ahol mindkét oldalon 7-7 átlapolt futógörgőt helyeztek el a torziós tengelyeken. Ezekon kívül három visszafutó görgővel is rendelkezett. A Tigereknél már a korábbi tapasztalatokat figyelembe véve oldalanként nyolc átlapolt futógörgőt helyeztek el. Mivel a görgők méretét is 800 mm-re növelték, így nem volt szükség a 3 darab tartógörgő alkalmazására. Az első időszakban a futógörgők 75 mm magasságú gumi futófelülettel készültek de, később e helyett belső rugózású (csillapítású), fém futófelületű futógörgőkkel szerelték a harckocsikat. A fém futófelületű görgők alkalmazása után, a szállítás miatt kényszerűségből leszerelt oldalankénti 4-4 futógörgőt nem szerelték vissza. Ennek következménye az lett, hogy a lánctagokra jutó terhelés ugyan megnövekedett, de a futómű üzembiztonságát minden körülmények között megnövelte. A fajlagos talajnyomás értéke a nagy méretű görgők alkalmazásával  $1,43 \text{ kg/cm}^2$  volt, de így sem érték el a T-34-es harckocsi  $0,64 \text{ kg/cm}^2$  értékét.

A Tiger Ausf. H típust kétfajta lánctalppal látták el. Az egyik a harci alkalmazáshoz rendszeresített 725 mm-es (marschketten) változat volt, míg a vasúti szállításhoz az 520 mm-es (verladeketten) láncot kellett felszerelni. Ehhez a négy külső futógörgőt – amelyeknek a szerelése nehézkes volt – le kellett szerelni. Az átlapolt görgők terepfutása kiváló volt, de a beragadt sár bekeményedése, befagyása esetén a jármű ideiglenes mozdulatlanságra volt ítélve, több esetben a láncok túlterhelése miatt bekövetkezett a láncszakadás. A Königstiger harckocsinál ezt a hibát úgy



**75. ábra.** PzKpfw VI (Tiger I) Ausf. H nehéz harckocsi a szállítási lánctalppal, előtte a szélesebb, harctéren alkalmazott lánctalpak

**76. ábra.** Átlapolt futógörgők szerelése (a és b jelű ábrák)



**77. ábra.** A Jagdtiger (Sd.Kfz. 186) átlapolt görgőkkel

küszöbölték ki, hogy a futógörgők átfedését meghagyták, de az átlapolást megszüntették. Itt is kétféle méretű láncot alkalmaztak, szállításhoz a 660 mm-es, míg harci alkalmazás esetén a 800 (850) mm-es változatot.

A 68 tonnás harckocsi mozgatásához készített futómű az erőátvitelhez hasonlóan gyengének bizonyult, amit azzal igyekeztek ellensúlyozni, hogy a harcászati szabályzatban meghatározták, hogy minden 10 km megtétele után a mechanikus berendezéseket, így a futóművet is ellenőrizni kell. A széles lánc alkalmazásával  $1,07 \text{ kg/cm}^2$  fajlagos talajnyomást értek el. A lánctagok két tarajosak voltak. A belső tarajok a belső, a külső tarajok a külső futógörgők tárcsái között futottak, így biztosítva a lánctalp megvezetését.

Az átlapolt futógörgők alkalmazása egyenletesebb súlyelosztást jelentett a lánctalpon és egyenletesebb talajterhelést eredményezett.

A Tiger harckocsik vasúti szállításánál – ahogy ezt a lánctalpnál már említettük – előírták, hogy a 16 külső futógörgőt le kell szerelni. Ez a művelet nagyon sok időt és munkát jelentett, késleltette a harckocsi harcra vetését. A 76/a jelű ábrán az egy oldalon leszerelni szükséges futógörgők (világos színűek) láthatók, és az is látszik, hogy a fent maradó futógörgők síkja a láncmeghajtó kerék és feszítő kerék síkjában van.

A 76/b jelű ábrán látható a meghibásodott legbelső (negyedik) futógörgő – „Z” tengely, torziós tengely – szerelése nehéz feladat, időigényes munka, mivel 14 futógörgőt kell leszerelni a sérült alkatrész javításához vagy cseréjéhez.

Az 77. ábrán látható két futómű eltérő kialakítású, mivel az előtérben lévőnél az első futógörgő a lánc külső részén fut, míg a mögöttes önjáró lövegnél az első futógörgő a

**78. ábra.** A német SdKfz mintája nyomán épült svéd M43 tüzérségi vontató. Jól látható a féllánctalpas elrendezés és az átlapolt görgős futómű



lántalp belső felén helyezkedik el. Az előtérben lévő eszköznel a két futógörgő közötti „csonkok” a belső futógörgők zsirozására szolgálnak, amelyekről a négy darab külső futógörgőt leszerelték.

Az átlapolat futógörgős megoldásokat nemcsak a harckocsik, hanem a féllántalpas eszközök esetében is alkalmazta mind a német, mind az amerikai hadsereg. A Magyar Királyi Honvédségben is történt alkalmazási kísérlet a féllántalpas Hofherr HSCS KVL-50 típusú 37M könnyű tüzérségi vontatónál.

## TARTÓ- VAGY TÁMASZTÓ GÖRGŐK

A tartógörgők feladata a felső láncág megtartása, vezetése, a legkisebb mértékűre csökkentve annak belengését, hullámzását a nagy sebességű járműveknél.

Alkalmazásukra akkor kerül sor, ha a futógörgők nem nagy átmérőjűek, és emiatt nem fekszenek fel azok tetejére, nem vezetik meg a láncot.

Támasztó vagy tartógörgőket alkalmaznak a gyorsjáratú eszközökön, ezzel csökkentve a dinamikus terhelés nagyságát a mozgó láncon. Ez a technika javítja a működési feltételeket, kiküszöböli a lökéseket a páncéltest láncaltp feletti vízszintes oldallemelésén. Az elvárások teljesítéséhez pontosan meg kell határozni a görgők számát, elosztását, kialakításuk fontos feltétele az állíthatóság, a hosszú élettartamú csapágyak, és hogy szilárd tartók legyenek az oldalpáncélon, mivel a felső láncág terhelése tartógörgőnként eléri az 500-700 kg-os terhelést. A tartógörgők terhelése kimutathatóan a láncaltp függőleges gyorsulásából adódik, lengéseket hoz létre, amely sokszor káros rezgéseket eredményez a páncéltesten.

A tartógörgőkkel szembeni követelményeket a következő elvek határozzák meg:

Törekedni kell a kis tömegű, kis átmérőjű tartógörgők kialakítására, a futógörgők dinamikus mozgásából adódó káros lengések kiküszöbölésére és a külső elhelyezésű lengéscsillapítók sebezhetőségének nehezítésére a harcmezőn. Csökkenteni kell a motor teljesítmény-vesztését a láncaltpas járószerkezet görgőinél alkalmazott gazdaságos gördülő csapágyakkal. Figyelembe kell venni a szerelési, beállítási lehetőségeket, az összes tartógörgő elhelyezését az oldalpáncélon, a láncmeghajtó kereket és a feszítőkereket a feszítő szerkezettel összhangban. A gumi futófelületű tartógörgők csendesebb üzemet is biztosítanak a láncaltpnak.

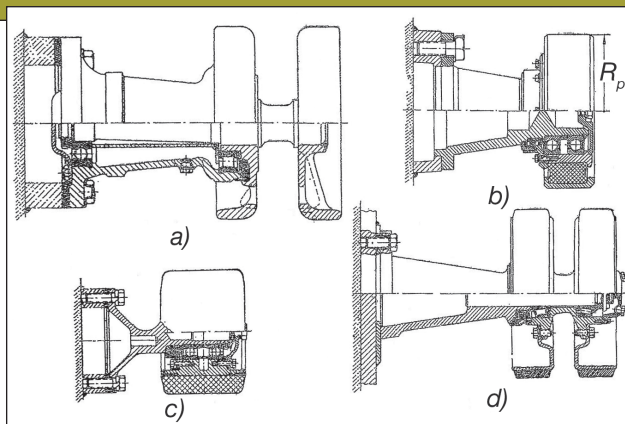
A tervezésüknél azonos alapelveket alkalmaznak, mint a futógörgőknél.

A 79. ábrán különböző típusú és felépítésű tartógörgők szerkezeti felépítése látható. Az a) ábrán egy kettős fém futófelületű könnyített kivitelű tartógörgő látható, ahol az oldalpáncél felől golyós, míg a láncág tarajokat közrefogó görgő külső részén hengergörgős csapágyazást alkalmaznak. A láncág tarajok a két futófelület között futnak. A tartógörgő háza és a görgő között tömítés található.

A b) ábrán látható tartógörgőt itt is, mint minden esetben csavarokkal rögzítik az oldalpáncélhoz. Az egy futófelületű belső gumicsillapítású tartógörgő kétsoros golyós-csapágyon fut, a görgő és a ház között simmering tömítést alkalmaznak. A külső futófelületet csavarokkal rögzítik a belső gyűrűhöz. A tartógörgő kialakítása hozzájárul a láncaltp mozgása közben kialakuló káros lengések csillapításához.

A c) ábrán egy könnyített kivitelű, tömör gumi felületű, két golyóscsapágyon futó tartógörgő látható. A tömör gumi futófelületet az abroncsra vulkanizálással erősítik fel.

A d) rajz, hasonlóan az a) ábrán látható tartógörgőhöz, kettős futófelületű, de tömör gumi futófelülettel ellátott tar-



79. ábra. Támasztó vagy tartógörgő típusok

a – kettős fém futófelületű, b – belső gumicsillapítású, c – egy futófelületű külső gumiborítású, d – kettős futófelületű külső gumiborítású,  $R_p$  – tartógörgő sugara

tógörgőt mutat. A tartógörgő csapágyazása két ferde hatásvonalú hengergörgős csapágygal történt, amely a nagy súlyú és igénybevételű láncaltpakhoz készül. Az a) és d) ábrán látható tartógörgők a közepén lévő egytarajos láncokhoz készültek. A b) és c) ábrán lévő tartógörgők a kéttarajos lánc tarajai között helyezkednek el.

(Folytatjuk)

## FELHASZNÁLT IRODALOM

- Polinszky Károly (szerk.). *Műszaki lexikon 2. kötet.* Budapest: Akadémiai Kiadó, 1972.;
- Harckocsik és harckocscsapatok. Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó, 1982.;
- Конструкция и расчет танков. Москва: Издание Академии 1973.;
- Varga Vilmos. „Lántalpas traktorok járó- és kormány-szerkezete” *Agrofórum* 19. évf. 6. szám (2008).;
- Kovács házy Miklós. „A láncaltp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója.” *Hadmérnök* 4. évf., 2. szám (2009. június);
- Kovács házy Miklós. „A láncaltpas járószerkezet kialakítása.” *Hadmérnök* 4. évf., 3. szám (2009. szeptember);
- Varga A. József (szerk.): *A magyar harc- és gépjárműfejlesztések története.* Budapest: K.n., é.n.;
- Ian V. Hogg: *Guinness Fegyverenciklopédia.* Budapest: Zrínyi Kiadó, 1992.;
- A harckocsi fejlesztés 30 éve 1950-1980 I.-II. A magyar Néphadsereg Páncélos- és Gépjármű-technikai Szolgálat Főnökség Kiadványa 1983.;
- Rotmisztróv, P.A.: *Az idő és a harckocsi.* Budapest: Zrínyi Katonai Kiadó 1975.;
- Bovingtoni harckocsi múzeum képei;
- Теория и конструкция танков Министерства Обороны Москва: 1975;
- Roger Ford. *A világ híres harckocsijai 1916-tól napjainkig.* Debrecen: Hajja és Fiai Könyvkiadó, 2003;
- George Forty: *Tankok világenciklopédiája.* Budapest: Athenaeum 2000 Kiadó, 2006;
- Полная энциклопедия танков мира 1915-2000 г.г. 1998
- Bársony Attila. „T28/T95 nehéz páncélvadász.” *Letöltve: 2019.09.24.*
- <https://www.masodikvh.hu/haditechnika/kiserleti-fegyverek/amerikai-kiserleti-fegyverek/1126-t28t95-szupernehez-harckocsi>;
- Jean Restayn: *Tiger I, Histoire and Collections*, 2007.;
- Scheibert, Horst. *Waffen.Arsenal Königstiger.* Podzun-Pallas-Verlag. 1991.

(Illusztrációk a szerző gyűjteményéből.)