

Mérnökök a magyar haditechnikai fejlesztés történetében – Hóra Nándor és Jendrassik György

Hóra Nándor nevéhez fűződik a magyar haditechnikai fejlesztés korai szakaszában több jármű – motorkerékpár és gépkocsi – megtervezése és megépítése. Talán legfontosabb és főként katonai vonatkozású fejlesztése egy láncalp volt, amelyet több katonai járművön is alkalmaztak. Egész élete során, mind civilként, mind katonaként járművek fejlesztésével és javításával foglalkozott, ami sok további műszaki megoldást alapozott meg. Kortársa, Jendrassik György gépészmérnök dízelmotorokat, dízel-adagolószivattyút, turbófeltöltőt és légszűrő gázturbinát tervezett – utóbbi fejlesztését katonai repülőgépbe törekedtek beépíteni a II. világháború végén, ám a prototípus egy bombázás során megsemmisült. Jendrassik hőcserélőjárműgázturbina-kísérletei megalapozták a későbbi évtizedek harcjárműgázturbina-fejlesztéseit.

Kulcsszavak: harckocsi, láncaltapas futómű, harcjármű, járműtechnika, haditechnikai fejlesztés

Engineers in the History of Hungarian Military Technology Development – Nándor Hóra and György Jendrassik

Nándor Hóra is credited with the design and construction of several vehicles – motorcycles and automobiles – in the early stages of Hungarian military technology development. Perhaps his most important and mainly military-related innovation was a crawler track which was used with several military vehicles. Throughout his life, both as a civilian and as a soldier, he was involved in the development and repair of vehicles, which led to lots of technical solutions. His contemporary, the mechanical engineer György Jendrassik designed diesel engines, a diesel displacement pump, a turbocharger and a propeller gas turbine. The latter one was intended to be built into a military aircraft at the end of World War II, but the prototype was destroyed during a bombing raid. Jendrassik's experiments with the heat exchanger vehicle gas turbine laid the foundations for the development of combat vehicle gas turbines in later decades.

Keywords: tank, crawler track, fighting vehicle, automotive technology, military technology development

¹ Adjunktus, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: hegedus.erno@uni-nke.hu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8457-5044>.

² Egyetemi docens, Nemzeti Közszolgálati Egyetem Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar; e-mail: veg.r Robert@uni-nke.hu; ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0002-9786-6702>.

Bevezetés

A tanulmány két, a járműtechnikai fejlesztésekben és a haditechnikai kutatásban-fejlesztésben egyaránt jelentős életutat bejáró mérnök munkásságát tekinti át. *Hóra Nándor* mechanikus, esztergályos, gépjárműkonstruktor volt, aki motorkerékpárt, négykerekű benzinmotoros járműveket, páncélozott járművekhez hernyótalpas járószerkezetet, teherautó hátsó kerekeinek helyére szerelhető láncfalppárt, páncélozott jármű félláncfalpas változatának futóművét, árokásó gépet, illetve háromkerekű áruszállító járműveket tervezett és gyártott. *Jendrassik György* gépészmérnök a dízelmotorok és a gázturbinák fejlesztése terén ért el kimagasló eredményeket. Tervezett dízelturbinaszivattyút, dízelmotorokat, indítást könnyítő eltolható vezérműtengelyt, turbófeltöltőt és gázturbinákat.

Hóra Nándor

Hóra Nándor (Budapest, 1876. április 30. – Budapest, 1963. november 30.): mechanikus, esztergályos, gépjárműkonstruktor.³ A Velodron Kerékpáriskola Vállalatnál (Budapest VI. Városligeti fasor 42.) tanult kerékpárműszerész-szakmát, majd később szakmunkásként is a vállalatnál dolgozott. Mivel aktív kerékpárversenyző volt, szakmájával egybeesett a sport iránti érdeklődése is. Hóra 1894–1897 között élvonalbeli kerékpárversenyző volt.⁴ A múlt század végén a Velodron Kerékpáriskola Vállalat az országban elsőként – a kerékpáron kívül – motoros járművek behozatalával és javításával is foglalkozott. A vállalatnál szerelték össze az első négykerekű Peugeot gyártmányú postautót. Hóra ezáltal megismerhette ezen járművek szerkezetét, javítását és karbantartását. Munkája során sok problémával találkozott a De Dion-Bouton posta részére beszerzett háromkerekű járműveknél. Egy egyhengeres, fekvő hengerelrendezésű stabil motorral is kísérletezett, amelyet a későbbiekben járműbe tervezett beépíteni.

Miután megismerte az új járműveket, önállósította magát, és 1901-ben megnyitotta saját „Aurore” automobil- és kerékpárkészítő műhelyét Budapesten a VIII. kerületi Lujza utca 20. szám alatt. Műhelyében először kerékpárok készítésével és javításával foglalkozott, amelyeket Aurore márkanéven hozott forgalomba. 1902-ben gyártotta le a Hóra Tridem háromszemélyes kerékpárt. Ezek után viszont motoros járművek készítésébe fogott.⁵ Két motorkerékpárt készített Aurore néven, amelyeknek motorja is saját szerkesztésű volt. Az első 84 mm-es hengerfurat-átmérővel készült, a második 75 mm-es volt. Mindkét motor Zedel mintára készült, vezérelt szívó- és kipufogószeleppel, valamint szárazzelemes gyújtással rendelkező egyhengeres szíjhajtásos motor volt.⁶

Mivel a posta kiírta pályázatát a négykerekű automobilmek szállítására, így a két-kerekűek előállítását után Hóra is nekiállt saját gépkocsija elkészítésének (az első

³ Életrajzi bibliográfia [é. n.]. *Dr. Kovács Pál Könyvtár és Közösségi Tér.*

⁴ HÓRA Nándor [é. n.]. In Kenyeres Ágnes (főszerk.): *Magyar életrajzi lexikon.*

⁵ BÖDÖK Zsigmond (2005): *Magyar feltalálók a közlekedés történetében.* Dunaszerdahely: Nap, 148–149.; BÖDÖK Zsigmond (2003): *Magyar feltalálók az automobilmek történetében.* Dunaszerdahely: Nap, 39–40.

⁶ ZSUPPÁN István (1994): *A magyar autó.* Budapest: Zrínyi, 22–23.

Magyarországon gyártott négykerekű benzinmotoros jármű Hóra Nándor nevéhez fűződik). Hóra négykerekű járművében elől helyezte el a 4,5 LE-s egyhengeres, vízűtéses De Dion-Bouton-motort. Saját gyártmányú volt a hűtő, amely két rézlemez közé forrasztott 400 rézcsőből állt. Alváza U-profilú acélból készült, nyitott vezetőüléssel és hátul zárt csomagterrel rendelkezett. Mivel a határidőre nem tudott elkészülni a járművel, és a posta csak jelentős kötbérrel vette volna át, így a járművet 1903-ban a Gáspár-féle bajuszkötőgyárnak adta el.⁷

A Postamúzeumban (Budapest, Benczúr utca 27.) megtalálható egy korabeli alkatrészeket is tartalmazó jármű-rekonstrukció, amely egy Hóra Nándor-féle alvázra szerelt Csonka–Dion–Ganz-motorral ellátott, kéthengeres, léghűtéses, elsőkerék-meghajtású, nyitott vezetőállású kísérleti gépkocsi. Ennek a járműnek a hátsó kereke faküllős, tömör-gumi borítású futófelülettel rendelkezik, első kereke szintén faküllős, faabronccsal és vas futófelülettel lett ellátva. A raktér fölött a benzintartály található, két oldalt gyertyás kocsilámpa kapott helyet (1. ábra).⁸



1. ábra: A Magyar Királyi Posta járműtelepén (Mátyás tér 15.) összeszerelt, posták közötti közvetítésre használt gépkocsi elképzelt, nem dokumentált rekonstrukciója

Forrás: <https://hu.museum-digital.org/singleimage?imagenr=403955>

Hóra 1902-ben egy másik négykerekű járművet is készített, amely lényegében négykerekű segédmotoros kerékpár volt két üléssel. A járművet 2,2 LE-s (1,6 kW) egyhengeres

⁷ ZSUPPÁN István (1978): Alkotók és alkotások. *Autó-motor*, 1978. március, 24–25.

⁸ KOVÁCS Gergelyné – MAKKAI VÁRKONYI Ildikó (2006): *A kocsiszekértől a postautóig. Kalauz a balatonszemesi Postamúzeum kiállításához*. Budapest: [k. n.].

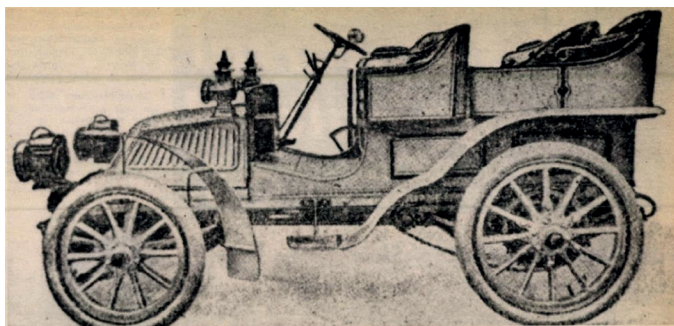
De Dion-Bouton-motorral szerelte, amelyet a váltóval együtt a hátsó tengelyre helyezett el. Végsebessége 25 km/h volt. A 3,4 liter térfogatú benzintartály 50 km megtételére volt elegendő. Ez a jármű, az úgynevezett quadcikli a Közlekedési Múzeumban ma is megtalálható (2. ábra).⁹



2. ábra: Hóra-féle quadcikli

Forrás: <https://magyarjarmu.hu/tag/hora-nandor/>

1904-ben tonneau-mintájúra elkészítette saját négyülékes járművét, amelynek alváza szintén U-profilú acélból készült, és egy 8 LE-s De Dion-Bouton-motort szerelt bele. A sebességváltót az ülés alatt helyezte el, valamint a jármű lengőtengelyes hátsóhíddal rendelkezett (3. ábra).



3. ábra: Az 1904-ben elkészült tonneau-modell

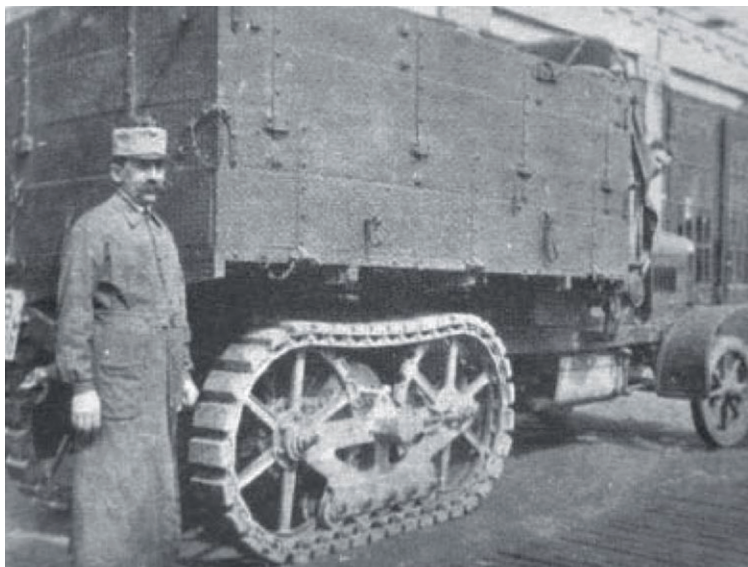
Forrás: ZSUPPÁN 1978: 25. 2. kép

Tervei között szerepelt, hogy járműveibe saját maga készít motort, sebességváltót és porlasztót, viszont a jármű elkészítése nem hozott hasznot, így a tervekből csak a váltó

⁹ DOMONKOS Csaba (2020): Első próbaútját 115 évvel ezelőtt tette meg Csonka János postautója – A neves feltaláló a Budai várba ment a maga vezette járművel. *PestBuda*, 2020. június 2.; BÁLINT Sándor (2008): Autógyártás Magyarországon. *Autóvilág*, (69), 15.

és a porlasztó mintapéldányának elkészülése valósult meg. Anyagi problémái miatt műhelyét is fel kellett számolnia, és mint alkalmazott vállalt munkát a továbbiakban (az amerikai Caterpillar budapesti traktorképviselőjének egyik műszaki vezetője lett). 1913-ban részt vett egy 30 napos szántóversenyen Galántán, amelyet meg is nyert egy Caterpillar „motoros szántó és egyetemes mezőgazdasági vontatógép”-pel.¹⁰

Az I. világháború ideje alatt, 1914-ben a Wiener Neustadt-i (Austro-Daimler A. G.) gyár műszaki gépkísérleti osztályának katonai vezetője lett, ahol a Daimler–Benz–Holt-típusú páncélozott járművek kísérleteit végezte. Rábízták egy hernyótalpas járászerkezet megtervezését, amely biztosítja a hadsereg teherautói számára a terepen vagy akár úttalan utakon történő közlekedést. A Caterpillar-vontatóknál már alkalmazott hernyótalpas megoldást vette mintaként, és teherautó hátsó kerekeinek helyére szerelhető lánctalp-párt konstruált (1915-ben), de a tervezésnél és a prototípusnál végül nem jutott tovább, sorozatgyártásra nem került (4. ábra).¹¹



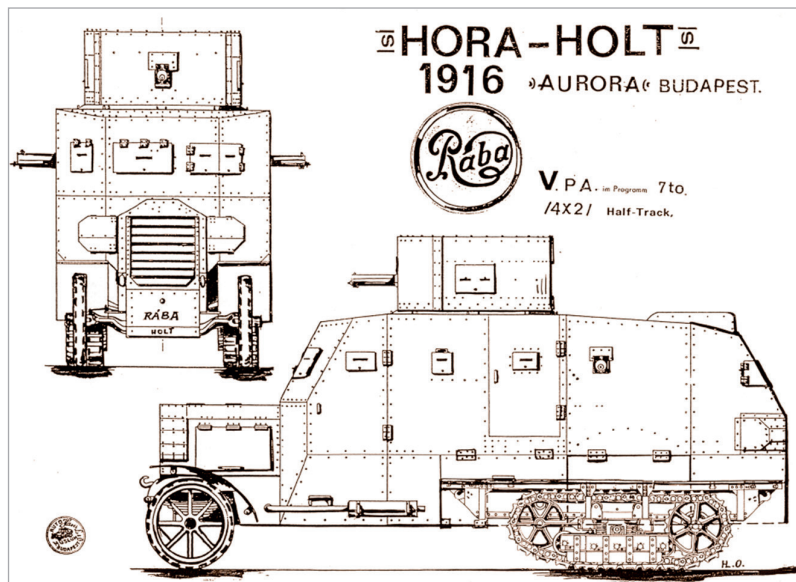
4. ábra: Hóra Nándor egy általa tervezett féllánctalpas futóművű Praga jármű mellett

Forrás: FARKAS 2017: 64. 3. ábra

Szerkesztett egy 30 tonna teherbírású, ágyúszállításra készült négy egységből álló hernyótalpas járászerkezetet, amelyet Caterpillar vontatóval lehetett mozgatni, és amelyet Győrben gyártottak. 1916-ban készítették el a RÁBA V.PA páncélozott jármű féllánctalpas változatát, amelyet Hóra–Holt-rendszerű Caterpillar-lánctalppal szereltek. Ennek a járműnek a kivitelezését a budapesti Aurora cég végezte el (5. ábra).

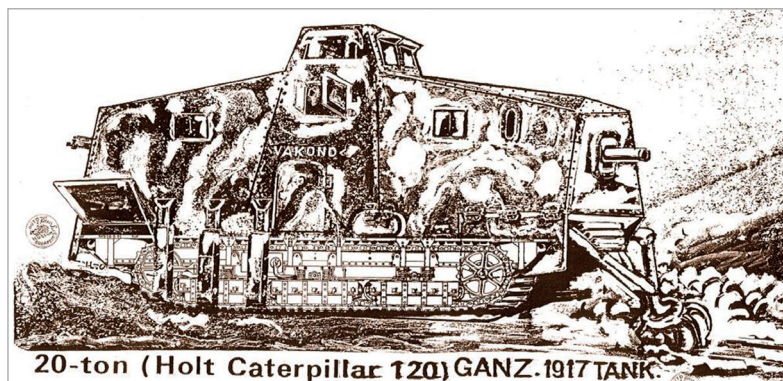
¹⁰ RÉZ Gyula (2012): Az első Caterpillar traktorok Magyarországon. *Mezőgazdasági Technika*, 2012. június, 38–39.

¹¹ KOVÁCSHÁZY Miklós (2009): A lánctalp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója. *Hadmérnök*, 4(2), 249.



5. ábra: A budapesti Aurora cég által átépített Hóra–Holt-páncélautó prototípusa 1916-ban
 Forrás: HAJDÚ–SÁRHIDAI 2005: 17. 19. kép

Hóra Nándor vezetésével Wiener Neustadtban elkészült a „Vakond” árokásó gép terve (6. ábra).¹²

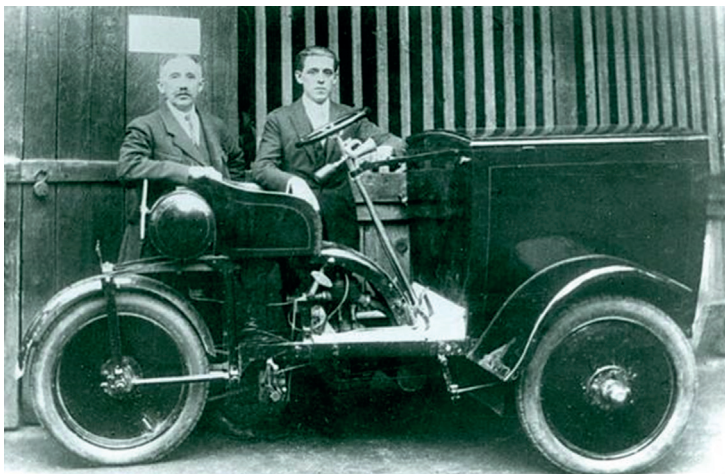


6. ábra: A „Vakond” árokásó gép fantáziarajza
 Forrás: VARGA [é. n.]: 16.

Az I. világháború után a Magyar Abroncs- és Kerékgépgyár Rt. üzemvezetője lett. 1927-ben fiával, ifj. Hóra Nándorral Rákosszentmihályon újra gépműhelyt nyitott, ahol autó- és motorjavítási munkák (ez volt a fő profil) mellett szívó-nyomó kutak gyártásával is foglalkoztak. 1931-től háromkerekű áruszállító járművek gyártásába fogtak. A 600 cm³-es

¹² VARGA A. József [é. n.]: *A magyar harc- és gépjármű-fejlesztések története*. [H. n.]: MH ÖLTP, 16–17.

JAP-motorral szerelt kisáruszállítókat 4+1 sebességfokozatú sebességváltóval látták el, amelyből 15 db készült el. 10 db-ot az *Est* című újságnál lapkihordásra használtak, 5 db-ot pedig gyógyszerzállításra a Mihály-féle gyógyszerkereskedésnél (7. ábra). Ezeknek a járműveknek a gyártása is veszteséges lett, ami miatt fia kénytelen volt otthagyni apja műhelyét. Idősebb Hóra Nándor továbbra is működtette műhelyét, és különböző javítási munkákat vállalva élete végéig fenntartotta vállalkozását.¹³



7. ábra: Idősebb és ifjabb Hóra Nándor egy általuk 1931-ben tervezett és gyártott gyorsteherkocsival
Forrás: ZSUPPÁN 1978: 25. 4. kép

Jendrassik György

Jendrassik György (Budapest, 1898. május 13. – London, 1954. február 8.) Széchenyi-díjas magyar gépészmérnök volt, aki a dízelmotorok és a gázturbinák fejlesztése terén ért el kimagasló eredményeket. Középiskolai tanulmányait a mai Vörösmarty Mihály Gimnáziumban végezte el, ahol könnyen tanult, de eleinte csak közepes átlagot ért el. A matematika és a fizika viszont nagyon érdekelt, hatodikos korában már tudott differenciál- és integrálszámításokat végezni, levezette a repülőgépszárnyak légellenállási képleteit. Tanulmányi eredményei javultak, és 1916-ban letett érettségijével osztályának legjobb tanulója lett.¹⁴ 1916-ban megnyerte a Matematikai és Fizikai Társulat fizikaversenyét.¹⁵ Érettségi után 18 évesen behívták katonai szolgálatra, ahol a kassai lovastüzérekhez vonult be, de állandó egészségügyi problémái miatt leszerelték, így 1916 őszén megkezdhette gépészmérnöki tanulmányait a budapesti Magyar Királyi József Műegyetemen. Az 1919/1920-as tanévben Kármán Tódor támogatásával ösztöndíjat nyert el a Berlin-Charlottenburg-i Technische Hochschuléra, ahol tanulmányai mellett látogatta

¹³ ZSUPPÁN 1994: 23.

¹⁴ BÖDÖK 2005: 117–118.; Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.]: *Jendrassik György*.

¹⁵ Sumida (2021): Jendrassik György és a gázturbina. *Sumida Magazin*, 2021. július 22.

világhírű fizikusok (A. Einstein, M. Planck) előadásait is. Tanulmányútjáról hazatérve 1922-ben kitűnő minősítéssel szerezte meg gépészmérnöki oklevelét.¹⁶

1922-ben lépett be a Ganz gyárba, ahol a tanulmányi osztályon dolgozott, amely a vállalat központjához tartozott. Első munkája a holland tengerparti helyi érdekű villamosvasút részére szállított önhordó, acélvázaskocsik szilárdsági számítása és a terhelési próbák előkészítése volt. 1930-ban felügyelő, 1936-ban igazgató lett, 1939. december 29-től vezérigazgató-helyettesként dolgozott, majd 1942. július 30-án vezérigazgató lett. Még a tanulmányi osztályon dolgozott, amikor felmerült a gondolat, hogy a nagyobb teljesítményű, stabil dízelmotorokat tovább kellene fejleszteni, hogy járművek és kisebb teljesítményt igénylő iparágak számára is gazdaságosak legyenek. 1926-ban szabadalmaztatta a róla elnevezett dízel-adagolószivattyút. Kiemelkedő szerepe volt az addig főként stabil üzemben alkalmazott dízelmotorok kis és közepes – járműüzemre is alkalmas – kategóriájának kifejlesztésében. Az 1927-től gyártott Ganz–Jendrassik-féle dízelmotorok „három fő újítást tartalmaztak: osztott (előkamrás) égéstér a jobb keverékképzés elérésére magasabb üzemi fordulatszám érdekében, dekompressziós berendezés az indítás és a normál üzemi állapot elérésének meggyorsítására, rugós befecskendezőszivattyú”.¹⁷

Egyik legfontosabb motorfejlesztési szabadalma a dízelmotorok indításának könnyítését célozta, amelynek katonai jelentősége a téli harckocsi-üzemeltetésnél szinte felbecsülhetetlen lett volna. (Az eltolható vezérműtengelyen lévő, indítást segítő bűtyök a szívószelepet csak késleltetve, a szívóütem végén, a dugattyú alsó holtponthelyzete előtt nyitott ki, így a késleltetve beáramló levegő fokozottan felmelegedett. Ezzel az eljárással a dízelmotor $-15\text{ }^{\circ}\text{C}$ hőmérsékleten is nagy biztonsággal, könnyen – előmelegítés nélkül és kis erőbevitellel – volt indítható.) Az 1933-as moszkvai *nemzetközi tehergépkocsi-versenyen* harmadik díjat nyert. A Jendrassik-motoros tehergépkocsi motorjának újdonsága – az előkamrás égéstér és a Jendrassik-adagolószivattyú mellett – az említett indítóberendezés volt. Ezek a megoldások később évtizedeken keresztül jellemzői voltak a Ganz gyár vasúti dízelmotorjainak. „Az újításokkal megszületett egy olyan dízelmotor-konstrukció, mely kisebb méretével és tömegével, valamint nagyobb fordulatszámával a vasútüzem követelményeinek jobban megfelelt, mint az akkori nagy, nehéz és lassú fordulatú, hajózásban használt dízelmotor.”¹⁸ Ugyanakkor – amint az a moszkvai teherautó-versenyen való részvételből is látható – Jendrassik nem csak vasúti üzemre szánta motorjait. Főként négy- és hathengeres motorjait a konstruktőr teherautók, autóbuszok és személygépkocsik hajtására tervezte. Magyarországon különböző gyártmányú és típusú teher- és személygépkocsikba építettek ilyen négy- és hathengeres motorokat. A motorokat rövid idő múlva már nemcsak itthon, hanem szabadalmát megvásárolva külföldön (Hollandiában, Spanyolországban, Belgiumban, Franciaországban, Ausztriában, Romániában) is készítették. A Jendrassik-motorok széles választékban: 4, 6, 8 hengeres álló, valamint 12 és 16 hengeres V-elrendezésű kivitelben készültek.¹⁹ A harcjárműhajtás szempont-

¹⁶ Jendrassik György [é. n.]. *BME OMIKK*; TERPLÁN Zénó (1996): A Jendrassik család és a fiatal Jendrassik György. In TERPLÁN Zénó: *Jendrassik György*. Budapest: Akadémiai.

¹⁷ GROH WERNER Péter [é. n.]: A dízelvonatás Magyarországon. *Gigant Club* – MÁV.

¹⁸ GROH WERNER [é. n.].

¹⁹ ZSUPPÁN 1994: 76.

jából elméletileg számításba vehető motortípusok közül elsőként készült el 1934-ben a hathengeres, 1200 percenkénti fordulatszámon 160 kW teljesítményt leadó dízelmotor.

A háború előestéjén a Jendrassik-motorok már készen álltak. A VI JaR 170/240-es motor, majd a XII Jv 170/240 motorok első példányai 1939-ben készültek el.²⁰ Jendrassik a soros hathengeres motor mellett a harcjárműbe építés szempontjából kedvező, tömör szerkezeti kialakítású V-6-os motort is tervezett.²¹ A Hispano Suiza gyár részére kidolgozta egy hathengeres autóbusz-nyersolajmotor tervrajzait.²² Igen sikeres dízelmotor-konstrukcióit nemcsak a spanyol Hispano, de a brit Vickers és a holland Stork is megvásárolta. Jendrassik V-motorok forgattyús mechanizmusával kapcsolatos fejlesztőmunkája, a kompakt V-motorok gyártásának lehetősége jelentős előrelépés volt egy esetleges harcjármű-dízelmotor kialakítása felé. Hathengeres, hozzávetőleg 2500 kg tömegű, 32,6 liter hengerűrtartalmú motorja 1200-as percenkénti fordulatszámon 220 LE-t teljesített, míg a kétszeres űrtartalmú, 5000 kg tömegű tizenkét hengeres változat 440 LE-t. Jendrassik gázturbina-fejlesztés területén elért eredményei visszahatottak a dízelmotor-fejlesztésre is. Már világhírű motorjaihoz turbófeltöltőt tervezett, a kísérleti motor teljesítményét csupán a középnyomás emelésével sikerült 50%-kal megnövelni, ez az eredmény 1944-ben szenzációként hatott (8. ábra). Sajnos, a kísérletek során nyert tapasztalatokat a gyakorlatban már nem tudták felhasználni, mert a munkálatokat Budapest ostroma miatt be kellett szüntetni.²³

A turbódízel-kialakítású V-12-es motor 600 LE teljesítményre volt képes, kedvező, 180 g/LEh fajlagos fogyasztási érték mellett. Ugyanakkor a 65 liter lökettérfogatú, 1250-es percenkénti maximális fordulatszámú – a Jendrassik-féle hidegindító-rendszert is alkalmazó – öntöttvas hengerblokkos turbódízelmotor szerkezeti tömege 5000 kg volt.²⁴ Ez szinte lehetetlenné tette a V-12-es motor harcokcsiban történő alkalmazását (csak alumínium motorblokk- és hengerfej-öntvény alkalmazásával csökkenthették volna a motorblokk tömegét).²⁵ Elméletileg a Jendrassik turbóprogram hosszú távon lehetővé tette volna egy V-6-os, 330–350 LE teljesítményű, nehéz harcokcsiba beépíthető motorvariáns létrehozását. Ez a 2500 kg tömegű erőforrás azonban még mindig túlzottan nagy tömegű és kis teljesítményű lett volna. Így, habár elméletileg a magyar járműipar rendelkezett nehézharcokcsi-kategóriában is alkalmazható teljesítményű (600 LE) dízelmotorral, ennek tömege jelentősen meghaladta a szovjet V-2 dízel 1000 kg-os, illetve a német Maybach HL-230 motor 1300 kg-os tömegét, ami a gyakorlatban nem tette lehetővé a harcjárműbe építést. A 63 liter lökettérfogatú Jendrassik-dízel beépítési térfogata is

²⁰ A római szám a hengerszámot, a J a Jendrassik-motort, az arab számok a hengerfurat/löketviszonyt jelentik milliméterben. GROH WERNER [é. n.].

²¹ GYARMATI József (1998): Katonai tehergépkocsi és harcokcsi gyártás Magyarországon a 30-as és a 40-es években. *Katonai Logisztika*, (4), 228–237.; GYARMATI József (2000b): *Haditechnikai ismeretek*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, 132.

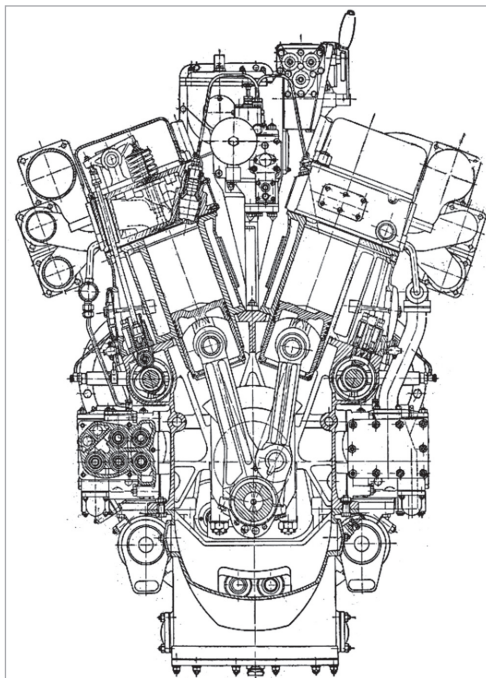
²² Jendrassik György [é. n.].

²³ Jendrassik György [é. n.].

²⁴ JUREK Aurél (1961): *Belsőégésű motorok*. Budapest: Tankönyvkiadó, 725–726.

²⁵ GYARMATI József (2000a): A II. világháború harcokcsijai. *Katonai Logisztika*, 8(1), 206–222.; GYARMATI József (2002): Fontosabb katonai tehergépkocsi- és harcokcsikonstrukciók Magyarországon a 30-as és a 40-es években. In LAIB Lajos (2000a): (szerk.): *Terepen mozgó járművek*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás, 26–33.

másfélszerese volt a 39 literes V-2 dízelének. Vélhetőleg ezzel a túlzott szerkezeti tömeggel (és a térfogattal) függ össze, hogy habár a dízelmotor beépítése a felvetés szintjén szóba került a WM Tas nehéz harckocsinál, annak beépítését elvetették. A Tas-program tervezési fázisa során ugyanis – a T-34-es példája alapján – megvizsgálták, majd a rendelkezésre álló idő és gyártókapacitás hiányában elvetették egy korszerű dízelmotor rendszeresítését.²⁶



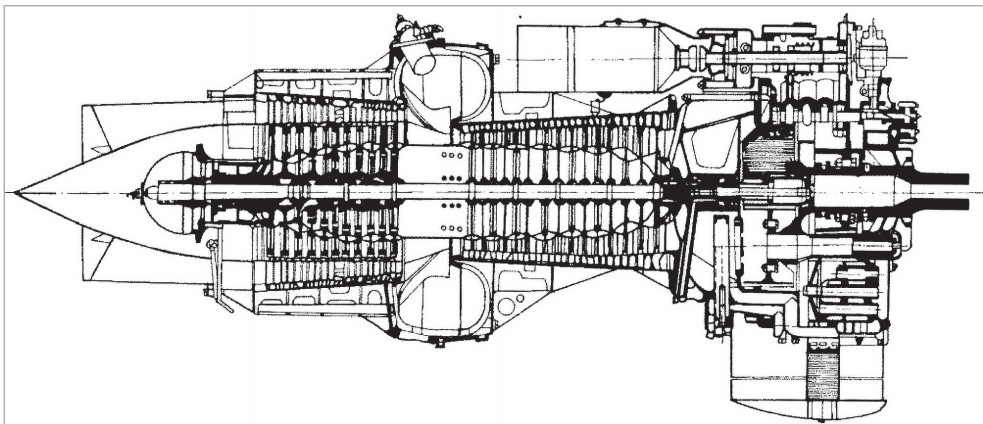
8. ábra: Magyar V-12 hengerelrendezésű, 600 LE teljesítményű Ganz–Jendrassik-turbódízelmotor 1944-ből
Forrás: JUREK 1961: 728.

Összességében a Jendrassik-dízelmotorok tömeg-teljesítmény arányát turbófeltöltő alkalmazásával hiába javították jelentős mértékben, a megfelelő mértékű javulást (fajlagos tömegcsökkenést) pusztán ezzel a megoldással nem érheték el. A kis szerkezeti tömeget biztosító alumínium hengeröntvény technológiájának alkalmazása még a turbófeltöltő használata esetén sem volt megkerülhető, így a magyar Jendrassik-dízelmotor nem volt alkalmas a harcjárműmeghajtás feladatára. A közvetlen befecskendezésű, dugattyúkamrás szovjet V-2 harckocsi-dízelmotor 75%-kal magasabb, 2100-as percenkénti fordulatszámra volt képes. Az alumínium motorblokk mellett ez volt a másik oka kedvező fajlagos tömegének. Ilyen magas fordulatszámra az előkamrás Jendrassik-motor nem volt képes.

Jendrassik György gépészmérnök – ekkor már mint a Diesel-rendszerű motorok jelentős szakértője – 1929. március 12-én jelentette be az első gázturbinára vonatkozó

²⁶ BÍRÓ Ádám (1993): A 44 M. Tas nehéz harckocsi terve 1943–44-ben. *Haditechnika*, (1), 12.

szabadalmát.²⁷ Az angol Frank Whittle 1937-re építette meg első gázturbinás repülőgép-hajtóművét. Jendrassik György az angol fejlesztőkkel egy időben, 1937-ben kezdte meg gázturbinája gyakorlati fejlesztését, építését a Ganznál. 1938 végére megépült első gázturbinája 100 LE-s teljesítménnyel és 21,2%-os hatásfokkal. Jendrassik Györgynek tehát sikerült jó hatásfokú gázturbina-prototípusát kifejleszteni. Mind kompresszora, mind turbinája igen jó hatásfokú volt (a fokozati hatásfok 80% feletti). Ennek megalkotásával számos külföldi szabadalmat is elnyert. Első gázturbináját több száz órás sikeres próbajáratásnak vetette alá.



9. ábra: Jendrassik Cs-1 jelű gázturbinájának metszete

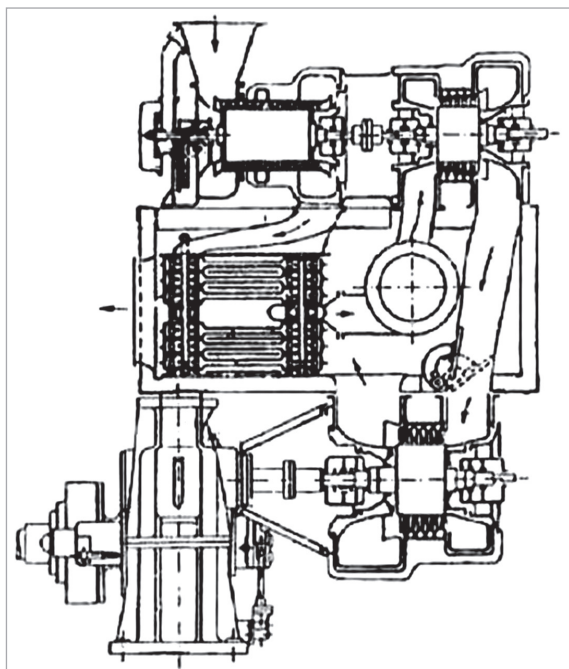
Forrás: http://real-j.mtak.hu/11408/2/HT_2015-2_teljes_red.pdf

Ezután Jendrassik egy 1000 LE-s légsavaros repülőgép-gázturbina tervezésébe fogott. 1940-re elkészítette a Cs-1 jelű, 1000 LE-re tervezett légsavaros repülőgép-gázturbinát (9. ábra). A világ első működőképes repülőgépbe épített gázturbinás sugárhajtóműve a Hans von Ohain által tervezett Heinkel He S3 volt. Ezt a hajtóművet He 178 repülőgépbe építve 1939-ben hajtották végre a világ első sugárhajtású repülését, tehát világelsőséget itt sem ért el Jendrassik, de a nagyhatalmak fejlesztőmérnökeivel szinte párhuzamosan haladt. Viszont Jendrassik légsavaros repülőgép-gázturbinája – mint tengelyteljesítményt leadó lapátos gépként gázturbina-körfolyamattal működő repülőhajtómű – az elsők között volt a világon. Konstrukcióiban Jendrassik nagyszámú olyan megoldást alkalmazott, amely a mai gázturbinák építésében már szinte gépelemnek számít, és külföldön is bejelentett szabadalmak kapcsolódnak hozzá (például csapágyfelfüggesztés, a rotorszerkezet konstrukciója). A turbina előtti gázhőmérséklet 550 °C volt. Az RMI-1 típusjelzésű Jendrassik-gázturbinás, két hajtóműves romboló repülőgép munkálatait azonban 1944-ben megakadályozta egy, a ferihegyi repülőteret ért bombatámadás.

Ezzel párhuzamosan Jendrassik kísérleteket folytatott járművek részére szánt, 300 LE-s hőcserélős gázturbinával is. Jendrassik György már a Ganz gyár vezető fejlesztőmérnöke volt, amikor 1936-ban elkezdett gázturbina-fejlesztéssel foglalkozni.

²⁷ Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.].

Prof. dr. Pásztor Endre, a BME professzor emeritusa írta Jendrassik György Ganznál fejlesztett hőcserélős gépjármű-gázturbinájáról: a földi, stabil, nagy méretekkel és tömeggel rendelkező gázturbinák már Jendrassik előtt is voltak, és többé-kevésbé sikeresen is működtek. Hatásfokuk azonban alacsony volt, a fajlagos jellemzők gyengék voltak, így haditechnikai alkalmazásra (repülőgépek, harckocsik, hadihajók) gondolni sem lehetett. Ő volt az első, aki bebizonyította, hogy kis méretben, teljesítményben is lehet kedvezően működő gázturbinát készíteni. Jendrassik egy 300 LE-s vasúti (nehéz közúti) jármű-gázturbina építésébe kezdett. Ebben már felhasználta első gázturbinája tapasztalatait. A kompresszor és a turbina áramlástechnikai és konstrukciós megoldása azonos volt az elsővel, lényegében csak méretbeli különbségek voltak. Ez a gázturbina kifejezetten nehéz járművek továbbítására készült, ezért munkaturbinával egészítette ki. A munkaturbina itt a hidraulikus nyomatékvtáló szerepét töltötte be, amely azóta is lényeges és jellemző tartozéka a nehéz gépjárműveknek, nem utolsósorban a gázturbinával épített harckocsiknak, vontatóknak. Jendrassik felismerte, hogy a járműgázturbina a maga szükségképpen szerény nyomásviszonyával hőcserélő nélkül nem lehet versenyképes a dugattyús motorokkal, ezért hőcserélőt alkalmazott, valószínűleg elsőként a járműgázturbinák építésének történetében. Jendrassik munkássága után a járműgázturbinák azóta kivétel nélkül hőcserélővel készülnek (10. ábra).

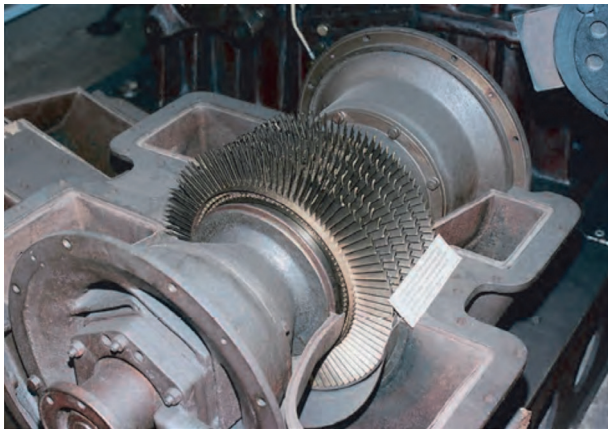


10. ábra: Jendrassik Cs-1 jelű gázturbinájának metszete

Forrás: PÁSZTOR 2015: 9.

Jendrassik megalapozta a páncélos járművekben és a nehéz vontatókban a gázturbinák alkalmazási lehetőségét. Munkássága nyomán egyre terjed a gázturbinák alkalmazása

harckocsikban és nehéz terepjáró járművekben. Gázturbinás meghajtású harci járműveket Svédországban, a Szovjetunióban és az Egyesült Államokban fejlesztettek, illetve építettek. Jendrassik ezzel is megelőzte korát. Ezek a fejlesztések már csak a háború után történtek. Németországban azonban kiterjedt harcjárműgázturbina-kísérletek zajlottak a II. világháború alatt, amelyeket elsősorban a kerozin (petróleum) üzemanyag alkalmazhatósága motivált. 1944-re a németek már számos nehéz harckocsiba szánt kísérleti gázturbinát megépítettek, ám ezek csak fékpadon jártak, nem építették be őket. Jendrassik konstrukciójában még egy különleges megoldást is alkalmazott, amely a gyakran megálló járművekben különös fontosságú az üres járási fogyasztás csökkentése érdekében. A gázturbinák üres járási fogyasztása a dugattyús motorokhoz mérten viszonylag magas, és ez akadályozza a gyakran manőverező járművekben történő alkalmazásukat (11. ábra).



11. ábra: Jendrassik Cs-1 jelű gázturbinájának metszete

Forrás: ZAINKÓ 2013.

A JR-300-as járműgázturbina főbb műszaki adatai:

- Effektív teljesítmény: $P_{eff} = 300$ LE;
- Nyomásviszony: $r_k = 3$;
- A tüzelőtér utáni hőmérséklet: $t_3 = 550$ °C.

Ez viszonylag alacsonynak tűnik, viszont figyelembe kell venni, hogy ezt a gázturbinát 1937–1938 táján szerkesztették, az akkori hőálló anyaglehetőségek figyelembevételével.

A hőcserélő hatásossága (hatásfoka) 60%. Ennél nagyobb hatásosság esetén a hőcserélő hőátadó felülete, térfogata, tömege hatványozottan növekszik, és ez akadályozza járműgázturbinákban történő alkalmazását. Ennél nagyobb hatásosságú „hőcserélő” még beépíthető méretekkel csak az úgynevezett „forgó” hőcserélőkkel érhető el. Jendrassik korában a forgó hőcserélő járműgázturbinákban történő sikeres alkalmazásához a műszaki feltételek még nem álltak rendelkezésre. A járműgázturbinák jelenleg már kizárólag forgó hőcserélőkkel készülnek. A Jendrassik által alkalmazott, a 8. ábrán látható hőcserélő úgynevezett „felületi” hőcserélő, ahol a hőátvitel a hőcserélőben részt vevő lemezfelület két oldala közötti stacionárius hőátadással történik.

- A kompresszor fordulatszáma 19 000/min;
- A munkaturbina fordulatszáma 12 600/min;
- A kihajtó tengely fordulatszáma 1000/min;
- A kihajtó tengelyen mért effektív hatásfok: η_{eff} 22%.

A fenti jellemzők (az alacsony t_3 ellenére) lényegében még most is megállják helyüket, bizonyítva ezzel Jendrassik rendkívüli képességeit.

A JR-300-as járműgázturbina alkalmazását a II. világháború megakadályozta. A háború után, megfelelő átvizsgálás után a gázturbinát üzembe helyezték. Tökéletesen működött. Tényleges használatba a háború után nem került, erre az akkori gazdasági viszonyok nem voltak megfelelőek.²⁸

A járműgázturbina tervezése 1940-ben kezdődött, és 1941-re már el is készült az első erőforrás. A gép Árpay Árpád finommechanikai üzemében készült el (az öntvények a Ganz gyárban). Az ellenőrző mérésekre a Magyar Királyi Technológiai és Anyagvizsgáló Intézetet kérte fel Jendrassik György. 1941-re a járműcélra alkalmazható 300 LE-s JR 300-as hőcserélős gázturbinából három db elkészült.²⁹ Brodszky Dezső arról számolt be, hogy 1942 februárjára elkészült egy új, kisebb ellenállású hőcserélő, és így a próbák ennek a résznek a beiktatásával folytatódhattak. Ezt követően „1943 júniusában – írta a továbbiakban Brodszky professzor – a rekuperátort forgódobos regenerátorral (136 611 számú szabadalom) cseréltük ki”.³⁰

A Ganz gyárat 1946-ban államosították, de ő továbbra is a gyár vezérigazgatója maradt. Jó nyelvismerete miatt (tökéletesen beszélt angolul, franciául, németül és spanyolul), valamint hogy a háború alatt megszakadt gazdasági kapcsolatokat újraélessze, gyakran utazott külföldre. Főként a személyét ért támadások miatt egy argentin üzleti útvjáról nem tért haza. 1948-ban törölték a Magyar Tudományos Akadémia tagjai közül, valószínűleg emigrációja miatt. Londonban telepedett le véglegesen, ott a Metropolitan Vickers cégnek lett az igazgatója, majd Development Ltd. néven saját vállalatot alapított. Londoni emigrációja alatt 1951-ben Magyarországról bizottság kereste fel az itthoni kapcsolatok végleges felszámolása miatt. A jövőt illetően lemondott itthoni szabadalmairól, a múltra vonatkozó igényét viszont továbbra is fenntartotta, és addig gyártott motorjai után részesedés ítéltetett meg neki nemzetközi bíróság útján. Halála után, 1989-ben a Magyar Tudományos Akadémia rehabilitálta, 1990-ben posztumusz Széchenyi-díjat kapott.³¹

²⁸ PÁSZTOR Endre (2015): Jendrassik György, a „gázturbina úttörőjének” munkássága és érdemei a haditechnika fejlődésében. *Haditechnika*, (2).

²⁹ ZAINKÓ Géza (2013): Jendrassik György a légszaváros gázturbina magyar úttörője. *Képes Repülés – Repülés Képekben*, 2013. május 9.

³⁰ ZAINKÓ 2013.

³¹ BÖDÖK 2005: 120–121.; Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.].

Összefoglalás

Hóra Nándor (Budapest, 1876. április 30. – Budapest, 1963. november 30.): mechanikus, esztergályos, gépjárműkonstruktor. Munkásságának főbb állomásai:

- Két *motorkerékpárt* készített Aurore néven, amelynek motorja is saját szerkesztésű volt.
- Az első Magyarországon gyártott *négykerekű benzinmotoros jármű* Hóra Nándor nevéhez fűződik.
- 1902-ben egy másik négykerekű járművet is készített, amely lényegében *négykerekű segédmotoros kerékpár volt két üléssel*.
- 1904-ben tonneau-mintájúra elkészítette saját *négyülékes járművét*.
- 1914-ben a Wiener Neustadt-i (Austro-Daimler A.G.) gyár műszaki gépkísérleti osztályának katonai vezetője lett, ahol a Daimler–Benz–Holt-típusú páncélozott járművekhez végezte *hernyótalpas járószerkezet* megtervezését.
- Teherautó hátsó kerekeinek helyére szerelhető *lánctalppárt konstruált* 1915-ben.
- *Ágyúszállításra készült hernyótalpas járószerkezetet* szerkesztett, amelyet Caterpillar-vontatóval lehetett mozgatni.
- 1916-ban készítették el a *RÁBA V.PA páncélozott jármű füllánctalpas változatát*.
- Hóra Nándor vezetésével Wiener-Neustadtban elkészült a „*Vakond*” árokásó gép terve.
- 1931-től *háromkerekű áruszállító járművek* gyártásába fogott.

Jendrassik György (Budapest, 1898. május 13. – London, 1954. február 8.) Széchenyi-díjas magyar gépészmérnök, aki a dízelmotorok és gázturbinák fejlesztése terén ért el kimagasló eredményeket. Munkásságának főbb állomásai:

- 1926-ban szabadalmaztatta a róla elnevezett *dízel-adagolószivattyút*.
- 1927-től gyártották a *Ganz–Jendrassik-féle dízelmotorokat*.
- *Motorfejlesztési szabadalma* a dízelmotorok –15 °C hőmérsékletig történő indításának könnyítését célozta, *eltolható vezérműtengely* alkalmazásával.
- *Négy- és hathengeres motorokat konstruált* teherautók, autóbuszok és személygépkocsik hajtására.
- *12 és 16 hengeres V-elrendezésű dízelmotorokat tervezett* vasúti üzemre.
- 1939-ben a Hispano Suiza gyár részére kidolgozta egy *hathengeres autóbusznyersolajmotor* tervrajzait.
- Motorjaihoz *turbófeltöltőt tervezett*, a V-12 hengerelrendezésű, 600 LE teljesítményű Ganz–Jendrassik-kísérletimotor teljesítményét csupán a középnyomás emelésével sikerült 50%-kal megnövelni 1944-ben.
- 1929. március 12-én jelentette be az *első gázturbinára vonatkozó szabadalmát*.
- 1938 végére megépült *első gázturbinája*.
- 1940-re elkészítette a Cs–1 jelű, 1000 LE-re tervezett *légcsavaros repülőgép-gázturbinát*, amely az elsők között volt a világon.

- 1941-ben kísérleteket folytatott járművek részére szánt, 300 LE-s JR–300-as *hőcserélős gázturbinával*, ezzel megalapozta a páncélos járművekben és a nehéz vontatókban a gázturbinák alkalmazási lehetőségét.
- 1943 júniusában hőcserélős gázturbináján a rekuperátort *forgódobos regenerátorral* (136 611 számú szabadalom) cserélte le.

Felhasznált irodalom

- BÁLINT Sándor (2008): Autógyártás Magyarországon. *Autóvilág*, (69). Online: <http://fokusz.info/index.php?cid=1752456410&aid=1959551248>
- BÍRÓ Ádám (1993): A 44 M. Tas nehéz harckocsi terve 1943–44-ben. *Haditechnika*, (1).
- BÖDÖK Zsigmond (2003): *Magyar feltalálók az automobilon történetében*. Dunaszerdahely: Nap.
- BÖDÖK Zsigmond (2005): *Magyar feltalálók a közlekedés történetében*. Dunaszerdahely: Nap.
- DOMONKOS Csaba (2020): Első próbaútját 115 évvel ezelőtt tette meg Csonka János postautója – A neves feltaláló a Budai várba ment a maga vezette járművel. *PestBuda*, 2020. június 2. Online: https://pestbuda.hu/cikk/20200602_elso_probautjat_115_evvel_ezelott_tette_meg_csonka_janos_postautoja_a_neves_feltalalo_a_budai_varba_ment_a_maga_vezette_jarmuvel
- Életrajzi bibliográfia [é. n.]. *Dr. Kovács Pál Könyvtár és Közösségi Tér*. Online: <https://gyori-konyvtar.hu/internetes-szolgáltatások/adatbázisaink/eletrajzi-bibliografia?mit=Hi#n46>
- FARKAS Zoltán (2017): Láncaltapas futóművek. I. rész. *Haditechnika*, 51(5).
- FRANG Zoltán (1999): Vasúti közlekedéstechnika. In KOLLEGA TARSOLY István (főszerk.): *Magyarország a XX. században IV.* Szekszárd: Babits.
- GROH WERNER Péter [é. n.]: A dízelvontatás Magyarországon. *Gigant Club* – MÁV. Online: http://www2.chem.elte.hu/gigant_club/mav/dizel.html
- GYARMATI József (1998): Katonai tehergépkocsi és harckocsi gyártás Magyarországon a 30-as és a 40-es években. *Katonai Logisztika*, 6(4), 228–237.
- GYARMATI József (2000a): A II. világháború harckocsijai. *Katonai Logisztika*, 8(1), 206–222.
- GYARMATI József (2000b): *Haditechnikai ismeretek*. Budapest: Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem.
- GYARMATI József (2002): Fontosabb katonai tehergépkocsi- és harckocsikonstrukciók Magyarországon a 30-as és a 40-es években. In LAIB Lajos (szerk.): *Terepen mozgó járművek*. Budapest: Mezőgazdasági Szaktudás, 26–33.
- HAJDÚ Ferenc – SÁRHIDAI Gyula szerk. (2005): *A Magyar Királyi Honvéd Haditechnikai Intézettől a HM Technológiai Hivatalig 1920–2005*. Budapest: HM Technológiai Hivatal.
- HÓRA Nándor [é. n.]. In KENYERES Ágnes (főszerk.): *Magyar életrajzi lexikon*. Online: <https://arcanum.com/hu/online-kiadványok/Lexikonok-magyar-eletrajzi-lexikon-7428D/h-75B54/hora-nandor-75E2A/>
- Jendrassik gázturbinák*. Online: http://remotelab.energia.bme.hu/index.php?page=jendrassik_turbines&lang=hu
- Jendrassik György [é. n.]. *BME OMIKK*. Online: <https://dokutar.omikk.bme.hu/archivum/magyarok/htm/jendrassikrov.htm>
- JUREK Aurél (1961): *Belsőégésű motorok*. Budapest: Tankönyvkiadó.

- KOVÁCS Gergelyné – MAKKAI VÁRKONYI Ildikó (2006): *A kocsiszekértől a postautóig. Kalauz a balatonszemesi Postamúzeum kiállításához*. Budapest: [k. n.]. Online: <https://bu.hu.museum-digital.org/pdf/publicinfo.php?oges=516973&lang=hu>
- KOVÁCSHÁZY Miklós (2009): A lánctalp, mint a harckocsi egyik legfontosabb alkotója. *Hadmérnök*, 4(2).
- PÁSZTOR Endre (2015): Jendrassik György, a „gázturbina úttörőjének” munkássága és érdemei a haditechnika fejlődésében. *Haditechnika*, (2).
- RÉZ Gyula (2012): Az első Caterpillar traktorok Magyarországon. *Mezőgazdasági Technika*, 2012. június.
- Sumida (2021): Jendrassik György és a gázturbina. *Sumida Magazin*, 2021. július 22. Online: <https://sumidamagazin.com/2021/07/22/jendrassik-gyorgy-es-a-gaszturbina/>
- Szellemi Tulajdon Nemzeti Hivatala [é. n.]: *Jendrassik György*. Online: <https://sztnh.gov.hu/hu/magyar-feltalalok-es-talalmanyaik/jendrassik-gyorgy>
- TERPLÁN Zénó (1996): A Jendrassik család és a fiatal Jendrassik György. In TERPLÁN Zénó *Jendrassik György*. Budapest: Akadémiai. Online: <https://arcanum.com/hu/online-kiadvanyok/MuMaTu-a-mult-magyar-tudosai-1/jendrassik-gyorgy-2F51/a-jendrassik-csalad-es-a-fiatal-jendrassik-gyorgy-2F63/>
- VARGA A. József [é. n.]: *A magyar harc- és gépjármű-fejlesztések története*. [H. n.]: MH ÖLTP.
- ZAINKÓ Géza (2013): Jendrassik György a légsaváros gázturbina magyar úttörője. *Képes Repülés – Repülés Képekben*, 2013. május 9. Online: <https://kepesrepules.wordpress.com/2013/05/09/jendrassik-gyorgy-a-legcsavaros-gaszturbina-magyar-uttoroje/>
- ZSUPPÁN István (1978): Alkotók és alkotások. *Autó-motor*, 1978. március.
- ZSUPPÁN István (1994): *A magyar autó*. Budapest: Zrínyi.