

A Ford T-modell bolygóműves váltója, az automata váltók első előhírnöke

Gáti József, Horváth Sándor

Óbudai Egyetem Bánki Donát Gépész és Biztonságtechnikai Mérnöki Kar
H-1081 Budapest, Népszínház u. 8.
gati@uni-obuda.hu, horvath.sandor@bgk.uni-obuda.hu

***Összefoglaló:** A cikk a XX. század autójának választott Ford T-modell bolygóműves sebességváltóját mutatja be. Galamb József forradalmian új konstrukciója – amelyből lényegében változtatás nélkül több mint 15 millió darab készült – tette lehetővé könnyen vezethető, megbízható automobilon gyártását, és ez a konstrukció a mai automata váltók őseinek tekinthető. Megbízhatóságát és hosszú élettartamát a kiváló konstrukció mellett az új anyagoknak és technológiáknak is köszönhetette.*

***Kulcsszavak:** Galamb József, Ford T-modell, bolygómű, vanádium-acél*

1. Bevezetés

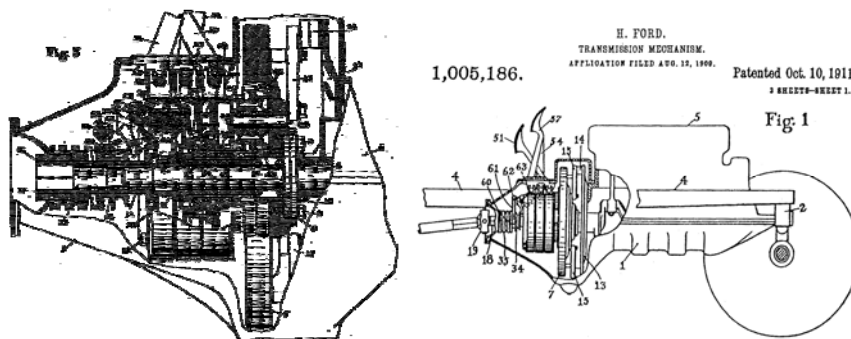
1905 decemberében a Fordnál munkába állt egy fiatal tervezőmérnök, Galamb József, aki az Óbudai Egyetem jogelőd intézményében, a Magyar Királyi Állami Felső Ipariskolában 1901-ben fejezte be tanulmányait. Galamb tehetségére és nagyfokú precizitására Henry Ford hamar felfigyelt, és 1907 elején egy, az alacsony jövedelmű vevők által is megfizethető, egyszerűbb, könnyen kezelhető autó tervezésével bízta meg. Ez a döntés igen szerencsésnek bizonyult, és a „Joe, van egy ötletem. Tervezzünk egy új kocsit!” mondatokkal induló beszélgetéssel kezdetét vette a XX. század egyik legnagyobb sikertörténete.

Az 1908 októberében piacra került autó ugyanis minden képzeletet felülmúlóan sikeres lett. Az 1927-ig legyártott több mint 15 millió T-modell végképp megváltoztatta azt a felfogást, miszerint az autó és az autózás csupán kevesek kiváltsága vagy passziója. Megszületett a Henry Ford által megálmodott megbízható, könnyen javítható és olcsó autó, amely szellemes konstrukciójával, esztétikumával 100 év után is lenyűgözi a gépjárműkedvelőket. Nem véletlen, hogy 1997-ben egy nemzetközi szakzsűri a szintén döntőbe jutott Porsche 911, Volkswagen Bogár, Citroën DS és Morris Mini közül választotta a XX. század autójának.

A T-modell sikerének alapja az egyszerűsége és célszerűsége törekvő tervezés, valamint az akkori viszonyok között újdonságnak számító anyagok és technológiák alkalmazása volt. A megelőző autók legnagyobb problémáját a sebességváltó jelentette. A XX. század autójának sikere nagyrészt a teljes egészében Galamb József által tervezett sebességváltónak köszönhető. A konstrukció nagyszerűségéről mindent elárul az a tény, hogy lényegi változtatás nélkül több mint 15 milliót gyártottak le belőle, sok példány még ma is működőképes, és kezelése a korszerű autókhoz szokott mai vezetőknek sem okoz nehézséget.

2. A váltó konstrukciója, a módszeres géptervezés megjelenése

„A sebességváltók abban az időben nagyon durvák voltak. Egy figyelmetlen vagy mértéktelen vezető egy rossz mozdulattal le tudta darálni a fogaskerekek fogait.” írja Sorensen könyvében [1]. Olyan sebességváltóra volt tehát szükség, amely biztonságos működtetéséhez nem volt szükség semmiféle képzettségre. Ford hátat fordított a hagyományos sebességváltónak, és a T-modell fejlesztésénél a bolygóműves sebességváltóval kezdett el foglalkozni. „Joe Galamb volt megbízva a sebességváltó tervezésével és megszerkesztésével. Amit Galamb lerajzolt, én levittem az öntőminta műhelybe és fából – még a fogaskerék fogakat is – valódi nagyságban elkészítettem.”



1. ábra

Vázlatok a T- modell sebességváltójának szabadalmából

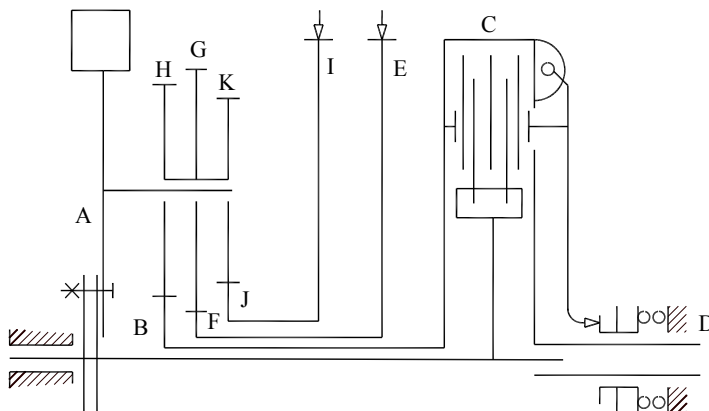
A T-modellt 1908 márciusában jelentették be, alig egy évvel a fejlesztés megkezdését követően. A közben eltelt idő alatt megfeszített csapatmunka folyt, eredménye pedig forradalmian új sebességváltóval rendelkező autó lett. A sebességváltó volt talán az egyetlen része az autónak, amelyet a 19 évig tartó gyártás során nem módosítottak. Galamb József terveit Henry Ford szabadalmaztatta. A szabadalom-igénylést (1. ábra) 1909. augusztus 10-én

nyújtották be, és 1,005,186 számmal 1911. október 10-én fogadták el. A bolygóműves hajtómű, egyszerű volta, jó hatásfoka és jó terhelésselőtása miatt sikeres lett, nem csak az autó-, de a repülőgép-iparban is. Az első világháború alatt Galamb harcokcsikba is tervezett bolygóműves hajtóművet.

A T-modellben két előre- és egy hátrameneti sebesség kapcsolható. A hátramenet és az első sebesség kapcsolásához a pedállal működtetett szalagfékek, a közvetlen (második) sebesség kapcsolásához pedig, a dörzskapcsoló működtetésére van szükség. A sebességváltó fogaskerekei állandó kapcsolatban vannak egymással, nem áll fenn tehát annak a veszélye, hogy váltásnál megsérüljenek.

A 2. ábrán látható a sebességváltó kinematikai vázlat. A működés részletes leírása Dr. Terplán Zénó: Műszaki nagyjaink. Budapest. 1967. V. kötet: Galamb József életútja és műszaki alkotó munkássága című leírásában követhető nyomon [2].

Az „A” jelű gépelem a négyhengeres motor forgattyús tengelyére (motortengelyére) szerelt lendítőkerék, amelyen egymástól 120 fokra helyezkedett el azonos körön három darab csap. E csapokon fórogtak a hármás bolygókerékek, azaz egy-egy bolygókerék három „H”, „G” és „K” fogaskerekből állt. E bolygókerékek a főteneggelyel egybeeső tengelyvonálú napkerekekkel kapcsolódtak. A „B” jelű napkerék a „C” jelű dörzskapcsolón át közvetlenül kapcsolatban volt a „D” jelű csőtengeggelyel (kimenő tengeggelyel, amely kúpkerékpárral hajtotta a gépkocsi kerekeit). Az „F”, illetve „J” jelű napkerekek az „I”, illetve „E” jelű fékdobok segítségével rögzíthetők voltak a pedállal működtetett szalagfékekkel. A „C” dörzskapcsoló egy többlemezes, olajkenésű tengelykapcsoló.



2. ábra

A Ford T-modell bolygóműves sebességváltójának vázlatja [3]

Az „I” rögzítésével hátramenetet, az „E” rögzítésével előremenetet lehet kapcsolni, míg a felgyorsított kocsi megfelelő sebességének elérésekor a

dörzskapcsoló karjainak bekapcsolásával a motor tengelyét össze lehet kapcsolni a D kimenő tengellyel, a csőtengellyel (direkt kapcsolás).

A Galamb féle konstrukció külön előnye, hogy csak külső fogazású fogaskerekeket tartalmaz, ami gyártástechnológiai szempontból kedvező.

A fogszámok ismeretében, illetve a differenciálmű kúpkerékeinek 1:3,64 lassító áttételét figyelembe véve az egyes fokozatokhoz tartozó módosítások (a motor és a hátsó kerék fordulatszámának viszonya) meghatározható [3]. A kapott eredmények az alábbiak:

KAPCSOLÁS	ÁTTÉTEL
első sebesség	1:10,5
második sebesség	1:3,64
hátramenet	1:14,56

A T-modell rendkívül csendes üzemű bolygóműves sebességváltójának hatásfoka a második sebességi fokozatban 85% körül van [3], ami kifejezetten jó értéknek számít.

A váltókonstrukció megbízhatóságát egy 85 éves modell restaurálásának tapasztalatai is igazolták [4], a fogaskerekek felületén kopásnyomok nem jelentkeztek, csupán a szalagfék-betétek cseréjére volt szükség (3. ábra).



3. ábra

Egy 85 éves váltó kopásnyomok nélkül

Ez a váltó megbízhatósága mellett a mai automata váltókéhoz hasonló, „kuplungolás” nélküli, a kor többi autójához képest rendkívül egyszerű vezethetőséget biztosított [5].

A bolygóműves sebességváltó tervezésének körülményeit részletesen bemutató munkájában [2] Terplán Zénó professzor világított rá arra, hogy Galamb József korát megelőző mérnöki módszereket használt.

Már egy évszázada, a ma is korszerűnek számító módszeres géptervezés munkamenetét alkalmazta, „amennyiben adott részletekre több variációt tervezett meg és számított ki, majd ebből választották ki a minden szempontból legkedvezőbbet (az optimálisat). Pl. a T-modell sebességváltójában először el kellett dönteni, hogy tolókeres, vagy bolygóműves rendszerű legyen-e. Valószínű, hogy Galamb József mindkét rendszerre számos változatot dolgozott ki.”

Galamb József mintát készítettett konstrukcióiról, és ezeken tesztekkel próbálta ki, hogy elképzelései helyesek-e. Vagyis már száz évvel ezelőtt megvetette a fejlesztési kutatások alapjait.

3. Innováció az anyagválasztásban

A tervezés során az egyik fő szempont a méret minimalizálása volt. Sorensen leírása [1] szerint a fejlesztés során először cementálható acélokkal kísérleteztek. „Amikor a fogaskerekek elkészültek, súlyos öntőformákba lettek pakolva, és cementáló közeggel lettek körbevéve. Ezután kemencébe tettük őket, felfűtöttük a kemencét és egy darabig ezen a hőmérsékleten hagytuk. Tudni akartuk milyen mélyen kell a szénnek az acélba hatolnia.”

Az igazán nagy áttörést az akkoriban újak számító vanádiummal ötvözött acél használata hozta meg.

A kis mennyiségű vanádiummal ötvözött acélok fejlesztésében kiemelkedő szerepet játszott az angol kohómérnök J. Kent Smith [6]. Már 1901-től kezdődően kísérleteket folytatott a vanádium ötvözésével kapcsolatos acélgártási, metallurgiai folyamatok tisztázása céljából. A kutatási eredmények azt bizonyították, hogy a mintegy 0,2%-os vanádium ötvözés az acél dinamikus igénybevételekkel szembeni ellenállásának nagymértékű növekedését eredményezi. E tulajdonság ellenőrzésére, reprodukálható meghatározására új eljárást, az ún. lengő-ütő vizsgálatot fejlesztette ki. Ezzel a módszerrel három acéltípus dinamikus igénybevételekkel szembeni viselkedését térképezte fel. Az összehasonlíthatóság érdekében a három acéltípusból készített próbatesteket úgy készítették elő, hogy azok statikus mechanikai jellemzői (pl. folyáshatár, szakítószilárdság) körülbelül azonosak legyenek. Ez a vizsgálat bizonyította, hogy dinamikus igénybevételekkel szembeni ellenállás Ni ötvözés esetén 2,7-szer, a vanádium ötvözés esetén 5,7-szer nagyobb, mint az ötvözetlen acélra jellemző érték. További kísérletek és vizsgálatok folytak a vanádium és króm együttes ötvözési lehetőségeinek feltárására. J. Kent Smith a kutatási eredményeit 1904-ben

az Institution of Mechanical Engineers of England intézményben tartott előadásán ismertette.

Sorensent idézzük ezen a ponton: „Ford úr azonnal megérezte ebben a nagy szilárdságú acélban rejlő lehetőségeket. Charlie – mondta ez teljesen új tervezési elvárásokat jelent, aminek eredményeként jobb, könnyebb és olcsóbb kocsik előállítására nyílik lehetőség.”

Ennek megfelelően J. Kent Smith meghívást kapott a Ford Motor Company-hoz, ahol C. Harold Wills konzultánsa lett. 1906-ban a Ford kísérleti, vanádiummal és krómmal ötvözött acéladag gyártását és öntését rendelte meg a United Steel Company-tól. A Canton (Ohio) városban működő acélmű a második próbálkozásra sikeresen le is gyártott egy 25 tonnás Siemens-Martin eljárással készült adagot. A gyártás után, az acélműben készült a 4. ábrán látható csoportkép.



4. ábra

„A króm-vanádium acél születése” címen nyilvántartott kép,
1906. július, United Alloy Steel of Canton, Ohio,
balról a harmadik J. Kent Smith, jobbról a harmadik Henry Ford
(Collections of Henry Ford Museum and Greefield Village; Acc. 1660, negative 0-10456)

A vanádiummal ötvözött acélok nagy mennyiségben elsőként a Ford alkalmazta, a T-modell számos alkatrészénél használták. A kiváló szilárdsági tulajdonságokkal rendelkező anyagnak köszönhetően volt elérhető a T-modellek kis tömege.

A vanádium-ötvözet nagyszerű tulajdonságai kiemelt hangsúlyt kaptak a T-modell reklámozásában is. Az 1909-ben kiadott katalógus részletesen tájékoztatta az olvasót arról, hogy „ez a csodálatos acél milyen teljesítményt nyújt a Ford gépkocsikban”, a vanádium-acélra vonatkozó tanulmányt pedig könyvecské formájában ingyen postázták minden érdeklődőnek.

Összegzés

A Ford T-modell megjelenése, a több mint 15 millió eladott jármű sikere a XX. század első negyedében kétségkívül forradalmi módon változtatta meg a világ automobilizmusát.

A technikatörténeti kutatások alapján egyértelműen levonható az a következtetés, hogy a T-modell átütő sikerében meghatározó szerepe volt Galamb Józsefnek. Eredményei tehetségén és szorgalmán kívül a korabeli magyar mérnökképzés magas színvonaláról is tanúskodnak.

Irodalmi hivatkozások

- [1] Sorensen Ch. F.: My Forty Years with Ford, New York, 1956. Colhers Bodis
- [2] Terplán Zénó: Műszaki nagyjaink. V. kötet: Galamb József életútja és műszaki alkotó munkássága, GTE, Budapest, 1981
- [3] Gyurecz György- Trent E. Boggess: A Technical Examination of the Planetary Transmission of the Ford Model T, 100 éves a Ford T-modell Konferencia, Budapest, 2008. október 20-21. ISBN 978-963-7154-80-5
- [4] Gáti József-Horváth Sándor-Legeza László: 100 éves a T-modell, a XX. század autója, Budapesti Műszaki Főiskola, Budapest, 2008, ISBN 978-963-7154-77-5
- [5] Gáti, J., Horváth, S.: A magyar gépészet kiemelkedő alkotásai, A T-modell bolygóműves váltója, OGÉT XVIII. Nemzetközi Gépész Találkozó, Nagybánya, 2010. április 23-25, pp. 149-152
- [6] Réger M: Az ötvöztől a mikroötvözésig - az autóiipari anyagok fejlődése, előadás az Indukció Tudományos Diákkörben (Szt. Margit Gimnázium), 2009. március 20 (2009)