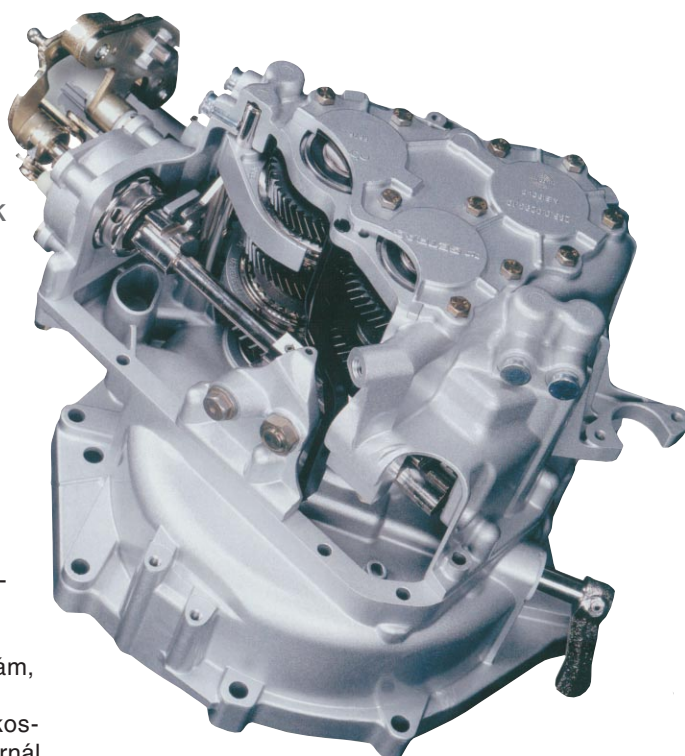


Háromtengelyes váltó a Getragtól

Az elől, keresztben beépített motor esetén a sebességváltó hossza döntő tényező a tervezés szempontjából, ezért előnyös, hogy a háromtengelyes konstrukció segítségével rövid beépítésű sebességváltók valósíthatók meg nagy forgatónyomaték-átviteli képességgel. A Getrag GmbH fejlesztői a rövid építési hosszra optimalizált konstrukciót mutattak be.



Bevezető gondolatok

Európában továbbra is a klasszikus mechanikus sebességváltó vezet a személygépkocsik területén. Előnyei az automatikus sebességváltóval szemben az olcsóbb előállítási költségek, a jobb hatásfok, és a sok vezető által elvárt sportos vezetés lehetősége. A ma szokásos ötfokozatú sebességváltók helyett egyre terjednek a hatfokozatúak, elsősorban a csúcsmodelleknél.

A megoldás terjedésének hátterével kapcsolatban tegyünk egy kis kitérőt (a szerk.): sportjármű esetén a cél, hogy a motor fordulatszámát a maximális teljesítményt nyújtó fordulatszám közelében lehessen tartani minden sebességtartományban, tehát a kis fokozatugrás előnyös.

Továbbá az a hagyomány, hogy a verseny-megoldások átkerülnek az utcai gyakorlatba, szintén alátámasztja a hatsebességes változat bevezetését.

A közúti járművek esetén a cél, hogy minden sebességtartományban a forgalmi helyzetnek megfelelő üzemiállapotban működjön a motor.

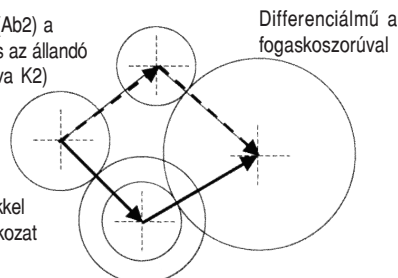
Üzemállapotok:

- Maximális teljesítményhez tartozó fordulatszám.
- Maximális nyomatékhoz tartozó fordulatszám.
- Alacsony fordulatszám, benzinmotornál a tüzelőanyag-takarékoság miatt, dízelmotornál pedig a motor élettartamának növelése (kímélés) céljából.

Ötfokozatú váltóval nem lehet minden szükséges sebességtartományban mindhárom igényt maradéktalanul kielégíteni, ezért indokolt lehet a hatsebességes váltó alkalmazása.

2-es kihajtó tengely (Ab2) a kapcsolókerekekkel és az állandó K2 áttétellel (ábrázolva K2)

Behajtó tengely (An) a fix kerekkel (ábrázolva: 3. fokozat fix kerek)

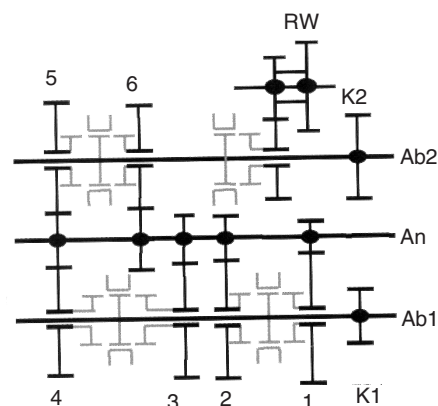


1-es kihajtó tengely (Ab1) a kapcsolókerekekkel és az állandó K1 áttétellel (ábrázolva: 3. fokozat kapcsolókereke és K1)

- a fokozatok erőfolyama az 1. kihajtó tengelyen
- → a fokozatok erőfolyamábrája a 2. kihajtó tengelyen

1. ábra: háromtengelyes sebességváltó elvi felépítése

A hatfokozatú sebességváltóhoz szükséges nagyobb beépítési tér gyakran gondot okoz. Vonatkozik ez különösen a kis és kompakt autókra, ahol a dízelmotorok ma már 200–300 Nm forgatónyomattal rendelkeznek, tehát szükségszerű-



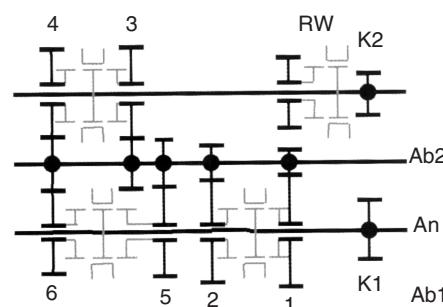
2. ábra: kerékkészlet-elrendezési példa 1–4. fokozatokkal az 1-es kihajtó tengelyen

en nagyobb nyomatékátviteli képességgel rendelkező sebesség- (nyomaték-) váltó szükséges. A keresztirányú beépítés esetén a hatfokozatú váltó sem lehet hosszabb, mint az ötfokozatú. De probléma az axiális irányú méretek növelése is, mivel az ütközésbiztonsági előírások egyenes és merevebb hossztartók beépítését követelik, nem beszélve a nagyobb teljesítmény, nagyobb motor összefüggésről. Tovább nehezíti a helyzetet a növelt méretű kéttömegű tengelykapcsoló, és a jövőbeni hajtásláncbővülés az önindító generátor egységgel. Ezen szempontok figyelembevételével alakult ki a *Getrag GmbH-nál* az a célkitűzés, hogy a hatfokozatú sebességváltót három tengellyel és a négyfokozatúnak megfelelő hosszal kell megvalósítani.

A háromtengelyes sebességváltók elrendezési változatai

A klasszikus kéttengelyes sebességváltók egy behajtó és egy kihajtó tengellyel szemben a háromtengelyes sebességváltó egy behajtó és kettő kihajtó tengellyel rendelkezik. Az 1. ábra mutatja a sebességváltó elvi felépítését. A fokozatok fix fogaskerekei a behajtó tengelyen helyezkednek el. A kihajtó tengelyek állandó áttétellel kapcsolódnak a differenciálmű fogaskoszorújához. A teljes áttétel az adott fokozat áttételének, és a mindenkori erőátadást továbbító kihajtó tengely állandó áttételének a szorzatából adódik. A két kihajtó tengelynek többnyire nem azonos az áttétele (ez kisebb konstrukciós hátrány, mint az egyforma kerekek következtében, a váltó többi részén szükséges megoldások). A három tengely és a differenciálmű tengelye trapéz alakú tengelyelrendezést mutat. A viszonylag rövid és így merev tengelyek behajtása elenyésző, így különböző terhelések esetén is jó fogaskerék és gördülőcsapágy hordkép alakul ki, csökkentve a sebességváltó kopását és zajszintjét is. Az egyes sebességfokozatok elosztása a két kihajtó tengely között különböző konstrukciós megoldásokat tesz lehetővé. A 2. ábra azt az elrendezést mutatja be, amikor az 1–2–3–4. fokozatok kapcsolókerekei az 1. kihajtó tengelyen, az 5. és 6. fokozat pedig a 2. kihajtó tengelyen helyezkednek el.

Az 1. kihajtó tengelynek nagyobb a kihajtási áttétele (K_1), hogy az 1. fokozatban nagy elindulási áttétel legyen megvalósítható, míg a 2. kihajtó tengely kihajtási áttétele (K_2) kisebb, az 5. és 6. fokozat érdekében. A hátramenetben a megfelelő elindulási áttétele érdekében ezért egy kiegészítő áttételi fokozat beillesztése szükséges. A 2. ábra szerinti kerékkészlet-elrendezés nagy áttétel megvalósítására alkalmas az 1. fokozatban és nagy módosítási tartományt tesz elérhetővé (ez főleg az offroad és SUV járműveknél fontos). A sebességfokozatok egy másik elrendezését mutatja a 3. ábra. Itt az 1., 2. és 5., 6. fokozatok kapcsolókerekei az 1. kihajtó tengelyen helyezkednek el, míg a 3. és 4., és a hátramenet fokozatai a 2. kihajtó tengelyen. Az 1. kihajtó tengelynek az állandó módosítása itt „hosszabb” (kisebb) (K_1), mint a 2. kihajtó tengelyé (K_2). Ezért a rövid áttételezésű (azaz nagyobb módosítású) 1. fokozat és a hosszan áttételezett 6. fokozat között



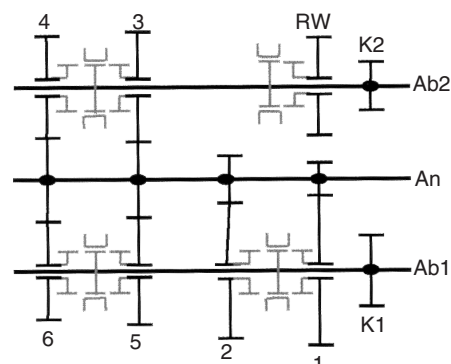
3. ábra: kerékkészlet-elrendezési példa 3. és 4. fokozatok a 2-es kihajtó tengelyen

kompromisszumot kell találni. Ezzel a koncepcióval az 1. fokozatban 13–14-es áttétel érhető el, mely a legtöbb személygépkocsi esetében elegendő. A mintegy 5–5,5-ös módosítástartomány is elfogadható, amelynek nagyságát alapvetően az első fokozat maximális áttétele korlátozza. A háromtengelyes sebességváltók más hajtóművekhez hasonlóan alapvetően minden fokozatban külön fogaskerékpárt alkalmaznak. De a rövid építés lehetőségének a kihasználására legalább egy fix kereket két kapcsolókerékhez kell tervezni. Ezt hívják a németek „kettős felhasználásnak” (Doppelverwendung). Az, hogy melyik fix kerék a legalkalmasabb a „kettős felhasználásra”, a kerék-csoportosítási koncepció, az áttételek és a módosítástartomány

függvénye. Végül a 4. ábra kétszeres „kettős felhasználást” mutat be, az egyik fix kereket a 3. és 5. fokozatban és a másikat a 4. és 6. fokozatban. Ezt a minimális beépítési hosszhoz szükséges „kettős alkalmazást” a **Getrag GmbH szabadalmaztatta** és a **Mini Cooper S-be beépített sebességváltóban** a gyakorlatba is átültette.

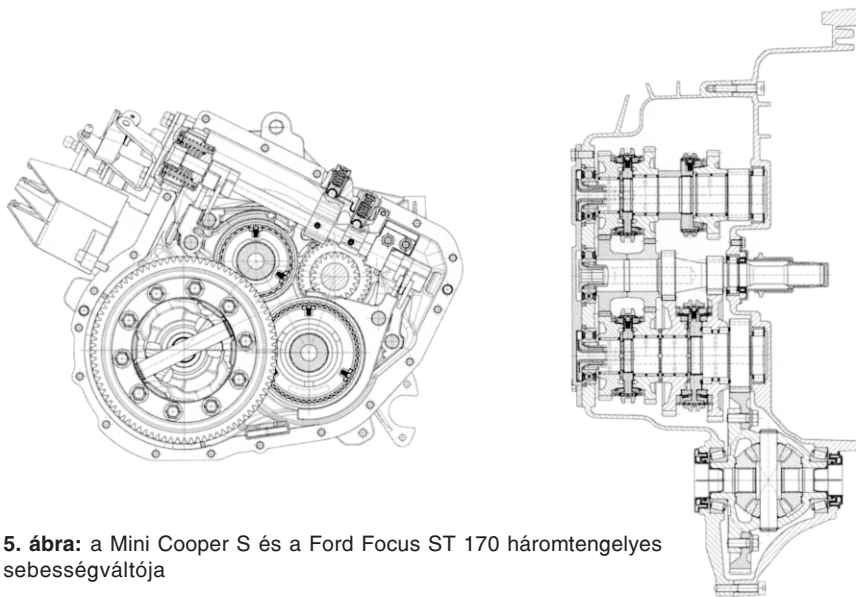
A kivitelezett konstrukció

A Mini Cooper S részére kifejlesztendő sebességváltó esetében a feladat egy hatfokozatú váltó kialakítása volt, a lehető legkisebb hosszal. Az 5. ábra mutatja be a kivitelezett változatot. A sebességváltó teljes hossza 322 mm, beleértve a 98 mm-es tengelykapcsolót is, úgy, hogy a tényleges sebességváltó hossza 224 mm. A kipróbált forgatónyomaték-átviteli lehetőség 225 Nm. Mintegy 5 mm hossznövekedéssel – amely a főcsapágyak és az állandó



4. ábra: kerékkészlet-elrendezési példa kétszeres kettős fix kerék felhasználással

áttételű tagok (K_1 és K_2) megerősítését is jelenti – 300 Nm forgatónyomaték is átvihető. Ezt a változatot az **új Ford Focus ST 170 modellbe** szerelik be. A kívánt beépítési hosszát a kétszeres kettős fix kerék alkalmazásával érték el. Az egyes fokozatok sportosan szűk beosztásával és az ezzel összefüggően viszonylag kis módosítási tartománnyal volt ez lehetséges. (Tehát ez a megoldás nehezen adaptálható offroad és SUV modellekhez.) Érdemes megjegyezni, hogy az 1. és 2. fokozat fogazatát magára a behajtó tengelyre készítették. A Mini Cooper S és a Ford Focus ST 170 sebességváltók áttételi értékeit a mellékelt táblázatban láthatjuk. A kapcsolókerekek és a szinkronizáló belső olajozása érdekében a kihajtó



5. ábra: a Mini Cooper S és a Ford Focus ST 170 háromtengelyes sebességváltója

tengelyek üreges kialakításúak. Az 1–2. fokozat kétkúpos szinkronizálóval van szerelve a nagyobb fordulatszám-különbségek miatt, a többi szinkrongyűrű felületét pedig szórással felvitt molibdén sűrűlódórétteggel látták el. A hátramenet is szinkronizált kivitelű. A vezetőhüvely szinterézéssel készült alkatrész.

A fogaskerekek a zajcsökkentés és a magas teherbíró képesség érdekében köszörüléssel és egy része kiegészítő dörzsköszörüléssel (hónolás) készül. A váltóműház és a négy kapcsolóvilla nyomásos alumíniumöntéssel készülnek. Három kapcsolóvilla a finomra köszörült menesztőket beöntik, egynél

pedig szegecselik. A kapcsolótengelyek és a kapcsolóujjak szinterézéssel készre gyártott alkatrészek. A váltóhuzaltok tartója különlegesen hosszú üvegszállal (a normál hossz 10-szerese) erősített műanyagból készül, nagyon jó szilárdsági jellemzőkkel. A váltócsalád (különböző áttételű változatok) úgy került kialakításra, hogy csak a kapcsoló fogaskerék párokat kell módosítani, továbbá néhány tized milliméterrel a differenciálmű tengelyvonalának elhelyezését (forgácsolási különbség) (fontos információ a „csináljunk a kettőből egyet” típusú szerelőknek), így a kapcsolórendszer minden változatnál azonos marad. A Getrag cég ezzel a háromtengelyes sebességváltó konstrukcióval elérte célját, kifejlesztette a világ legrövidebb hatfokozatú sorozatgyártású sebességváltóját, mely technológiailag és gazdaságilag egyaránt átgondolt, tehát várhatóan egyre több új modellben fogunk találkozni vele.

Dr. Pordán Mihály
ifj. Illés Gyula