

Közúti járművek forgó kereke körüli áramlás jellemzői, módszer kidolgozása áramlások elemzésére

készítette: Rékert Tamás

Új tudományos eredmények összefoglalása tézisekben

1. Tézis:

Egyedülálló kerék körüli áramlás elemzése

Numerikus modellt dolgoztam ki a mozgó talajon gördülő egyedülálló kerék körüli áramlás számítására (3.2 alfejezet). A modellt a szakirodalomban publikált mérési eredmények segítségével validáltam (4.1 alfejezet). Numerikus szimulációval és szélcsatorna kísérletekkel éles és lekerekített kerékprofil esetére meghatároztam a kerék felülete közelében kialakuló áramkép szerkezetét. Ennek eredményeként kiegészítettem a kerék körüli áramlásra a szakirodalomban publikált áramlási modellt egy (az értekezésben **G**-vel jelölt) örvénnyel, amely jelentős hatással van a kerék körül kialakuló áramlásra. Feltérképeztem az áramkép, valamint a felhajtó- és ellenálláserő közötti kapcsolatot, és magyarázatot adtam ezek változására a kerék szélessége mentén. (5. fejezet).

2. Tézis:

Kerékházban forgó kerék körüli áramlás elemzése

- 2.1** Az áramvonalakkal történő áramkép megjelenítés, a folyadékrészek forgását kifejező és a dinamikailag jelentős örvényekben nagy értékű Q mennyiség eloszlása, az össznyomáseloszlás, a kritikus pont elmélet, valamint a fali nyíróerővonalak együttes elemzésével, illetve alkalmazásával továbbfejlesztettem a bonyolult háromdimenziós áramlások örvényvázalattal történő modellezésének módszerét (6.1 alfejezet).
- 2.2** Létrehoztam egy numerikus áramlástanai modellt egyszerűsített közúti jármű modell kerékházában forgó kerék körüli áramlás jellemzőinek számítására (3.2 alfejezet). A numerikus áramlástanai modellt a szakirodalomban publikált mérések, valamint az általam elvégzett kísérletek segítségével validáltam (4.2 alfejezet). A modellel meghatároztam a kerékházban kialakuló áramlás jellemzőit, és a 2.1 altézisben ismertetett kiértékelő módszerrel a szakirodalomban fellelhető közleményeknél részletesebben ismertettem az áramkép szerkezetét. Megállapítottam, hogy átlagos méretekkkel rendelkező kerékházban 8, az áramképet jelentősen befolyásoló örvény van (6.2.7 alfejezet). Ezek közül az örvények közül meghatároztam a dinamikailag jelentős struktúrákat (6.2.6 alfejezet).
- 2.3** Négy, egymástól különböző, a közúti gépjárművek áramlástanai sajátosságait modellező, egyszerűsített járműmodellen elvégzett vizsgálatok alapján a szakirodalomban publikált ismereteket kiegészítve megállapítottam, hogy a kerékházban kialakuló áramkép első sorban a kerékház geometriájának, valamint a jármű homlokfal és a kerékház közötti

távolságnak a függvénye, a jármű karosszéria többi részének geometriájától, valamint a Reynolds számtól a szokásos értéktartományon belül gyakorlatilag független (6.2.6 alfejezet). Paramétervizsgálat útján meghatároztam az áramlási struktúra kerékház geometriától való függését (6.2.5 alfejezet).

3. Tézis:

Járműre ható erők elemzése

- 3.1** A közúti járműveket áramlástani szempontból reprezentatív módon leíró járműmodell körüli áramlás elemzésével a szakirodalomban fellelhető ismereteknél részletesebben meghatároztam a jármű különböző felületeire ható erőket kerék és kerékház nélkül és azok jelenlétében, valamint a kerékház nyílásainak különböző módon történő letakarása esetén (6.3 alfejezet).
- 3.2** Megállapítottam, hogy a felhajtóerő megnövekedésének kétharmadáért a kerékre ható felhajtóerő, fennmaradó részéért a keréknek a karosszéria alatti részben lévő része felelős azáltal, hogy megváltoztatja a karosszéria körüli áramlást. A kerékházban lévő áramlás a felhajtóerőt gyakorlatilag nem befolyásolja (6.3 alfejezet).
- 3.2** Megállapítottam, hogy az adott, reprezentatív járműmodellen létrejövő ellenállás erő növekedés döntő (háromnegyed) részéért a kerék és a kerékház, a fennmaradó részéért pedig a karosszéria körüli áramlásnak a karosszéria alatti részbe nyúló kerék miatti megváltozása a felelős. A kerék és a kerékház által okozott ellenállás-növekedés közel kétharmada a kerékre, fennmaradó része pedig a kerékházra ható erők következménye. A jármű ellenállás növekedésének megközelítően felét tehát a kerékre, másik felét a kerékházra ható erő és a karosszéria körüli áramlás kerék miatti módosulása okozza (6.3 alfejezet).

4. Tézis:

Instacionárius áramlások vizsgálata

- 4.1** Szintetikus áramképek segítségével a szakirodalomban fellelhető ismereteket kiegészítve megállapítottam a POD (Proper Orthogonal Decomposition) eljárás által szolgáltatott módusokon látható áramképek és a „szintetikus áramlás” pillanatképein rögzített áramképek közötti kapcsolatot (7.4 alfejezet). A szintetikus áramképekre elvégzett POD eljárás által eredményezett módusok közül átlapolódó örvénypozíciók előfordulása esetén az első három módus mintázata hordozta a kiinduló teszt áramképeken látható struktúrák tulajdonságait.
- 4.2** Egyszerűsített kerékházat modellező üregben kialakuló, időfüggő áramlás jellemzőinek meghatározása érdekében PIV mérés technikával végeztem méréseket (8. fejezet). A mérési adatok feldolgozása során a POD eljárást alkalmaztam az áramlásban létrejövő nagy kinetikai energiájú örvények detektálására. Javaslatot tettem olyan változók alkalmazására, amelyek segítségével a valóságos örvénystruktúrák leírhatók. Ezek a változók a zavartalan áramlásban közelítőleg zérus, örvényekben nagy értékekkel jellemezhetők (Q, λ_2). E javaslat helyességét a feltételes átlagolás módszerével igazoltam (8.3.3 alfejezet).

4.3 Az elemzés során megállapítottam, hogy amennyiben örvények detektálására alkalmazzuk a POD eljárást, akkor a 4.2 altézisben tárgyalt változók alkalmazásával a gyakorlatban előforduló áramlástanai esetekben a módusok közül a legnagyobb energiatartalommal rendelkező fő módusok tartalmazznak fizikai információt (8.3.1 és 8.3.2 alfejezet). Az általam vizsgált esetekben a POD eredményeként adódó módusok közül ezek a körülmények az első három módusra teljesültek, ami a 4.1 altézisben szintetikus áramképekre végzett elemzések eredményeként levont következtetéssel jó egyezést mutat (8.3.2 és 7.4 alfejezet). Megállapítottam, hogy az áramlás és különösen az örvények egyes sajátosságai megismerhetők az áramlás pillanatképeinek a POD eljárás segítségével történő feldolgozásával (8.4 alfejezet).