



DR. KOMORÓCZKI ISTVÁN

okleveles gépészmérnök
ny. MÁV mérnök főtanácsos
KTI. járműtanúsítási szakértő

MALATINSZKY SÁNDOR

okleveles gépészmérnök
KTI. járműtanúsítási
irodavezető



AZ OROSZ GYÁRTMÁNYÚ METRÓ KOCSIK FORGÓVÁZAINAK MÚLTJA ÉS JÖVŐJE

Összefoglaló

Az 1970 és 1976 között forgalomba helyezett M2 és M3 metróvonalak jármű állományát a Moszkva megye, Mityisi városban működő METROWAGONMASH cég (MWM) által gyártott metró kocsik képezték, illetve ezek a felújításra váró járművek közlekednek az M3 vonalon még napjainkban is.

A Budapesti Közlekedési Vállalat (BKV) 2016-ban szerződést kötött a „Budapesti M3 metróvonal járműparkjának korszerűsítéssel egybekötött felújítása és az ahhoz kapcsolódó szolgáltatások és eszközök” szállítására tárgyában az MWM-mel. Az MWM a szerződésben vállalta az 1970-es években szállított metrójárművek felújítását, egyben a kiírás követelményeinek megfelelő, XXI. század követelményeinek megfelelő járművek szállítását.

A rendelkezésre álló tapasztalatok alapján röviden beszámolunk arról, hogy a 46, illetve 40 éves üzemidő alatt mik is történtek a metrószervevények hajtott forgóvázkereivel. A leírt történet bemutatja, hogy a BKV-nak és a magyarországi forgóvázkere gyártónak nem kis szerepe volt a jelenlegi M3 metró forgóvázak korszerűsítésében.

DR. KOMORÓCZKI ISTVÁN
Dipl.-Ing. für Maschinenbau
MÁV-Oberbaurecht i.R.
KTI - Experte für Fahrzeugauditing

MALATINSZKY SÁNDOR
Dipl.-Ing. für Maschinenbau
KTI – Büro für Fahrzeugauditing - Leiter

Vergangenheit und Zukunft der Drehgestelle von Metrowagen sowjetischer/russischer Produktion

Zusammenfassung

Der Fahrzeugbestand der ab 1970 bis 1976 in Betrieb gesetzten Metrolinien M2 und M3 bestand aus den durch Firma METROWAGONMASH (MWM) mit Standort in Komitat Moskau, Stadt Mytischtschi gebauten Metrowagen, bzw. diese auf eine Rekonstruktion wartenden Fahrzeuge verkehren noch in unseren Tagen auch auf der Linie M3. Die Budapester Verkehrsbetriebe (BKV) haben im Jahre 2016 einen Vertrag mit MWM betreffs Lieferung von „Rekonstruktion mit Erneuerung des Fahrzeugparks der Metrolinie M3 in Budapest, sowie der damit verbundenen Leistungen und Mittel“ unterzeichnet. Im Vertrag hat sich MWM verpflichtet, die in den 1970-er Jahren gelieferten Metrofahrzeuge zu überholen, gleichzeitig aber die Lieferung von Fahrzeugen entsprechend den Anforderungen der Ausschreibung, sowie denen des XXI - Jahrhunderts entsprechenden Anforderungen zu liefern. Auf Grund der zur Verfügung stehenden Erfahrungen erfolgt ein Kurzbericht über die Rahmen der Triebdrehgestelle der Metrozüge bezogen auf die Betriebszeitspannen von 46- bzw. 40-Jahren. Die Beschreibung beweist, dass sowohl der BKV als auch dem Hersteller der Drehgestellrahmen der Metrozüge überhaupt keine geringe Rolle bei der Modernisierung der jetzigen M3-Metro-Drehgestelle zuteil worden ist.

DR. ISTVÁN KOMORÓCZKI
Mechanical engineer
Retired MÁV engineer chief councillor
KTI Expert for Rolling Stock Certification

SÁNDOR MALATINSZKY
Mechanical engineer
KTI Head of Rolling Stock Certification Office

The Past and the Future of the Russian Made Metro Bogies

Summary

The METROWAGONMASH Co. (MWM) of Mithishi city in the Moscow county built the metro cars of the Budapest M2 and M3 metropolitan lines between 1970 and 1976. These cars are running even today on the M3 metro line and waiting for modernisation. In 2016, the Budapest Transport Company (BKV) made a contract with the MWM for the modernisation of the old metro cars running on the M3 metro line. The MWM undertook the modernisation of the old metro cars built in the 1970s, according to the requirements of the 21st century.

We describe the 40 and 46-year story of the metro car bogies, shortly. The story shows, that BKV and the Hungarian manufacturer of the bogie frames had important rolls in the modernisation of the present M3 metro car bogies.

Az M3. metró szerelvények forgóvázai

A BKV karbantartó személyzete az 1970-es években szállított metró kocsik forgóvázkereitől rövid, néhány év üzemidő elteltével több esetben keretpedéseket találtak, amelyeket az akkor elfogadott módszerekkel, technológiai eljárásokkal nem lehetett megbízható módon kijavítani. Ezért a BKV úgy döntött, hogy a metró kocsik leselejtezésre kerülő hibás forgóvázkereit az import csökkentés céljából a MÁV Székesfehérvári Járműjavító Üzemben gyártásra kerülő új kialakítású forgóvázkerekekkel kívánja pótolni.

A Budapesti Közlekedési Vállalat 1988 májusában a MÁV Székesfehérvári Járműjavító Üzettel kutatási, fejlesztési szerződést kötött a metró kocsikhoz szükséges új típusú forgóvázkere kifejlesztésére.

A MÁV székesfehérvári Járműjavító Üzem 1988. szeptemberében kötött szerződést a „Gördülő” Vontatott Vasúti Jármű Tervező Gmk-val a metró kocsik hajtott forgóváz új típusú keretének megtervezésére. A szerződés teljesítési határideje 1988. november 10-e volt.

Tervezési előírások - A megrendelő kikötései

A forgóvázkere kialakításánál alapvető követelmény volt, hogy a forgóvázban lévő fődarabok és szerkezeti elemek (himbagerenda, hordmú, kerékpár, hajtómű, vontatómotor, fékberendezés, sínáramszedő stb.) az új keretbe változtatás nélkül beépíthetők és a meglévő berendezésekhez csatlakoztathatók legyenek.

A tervezést a megadott műszaki paraméterek és előírások figyelembevételével kellett elvégezni. A terv dokumentáció

tartalma a következőket tartalmazta:

- Műszaki leírás
- A gyártáshoz szükséges rajzdokumentáció
- Rajzjegyzék
- A forgóvázkeret kimérő lapja.

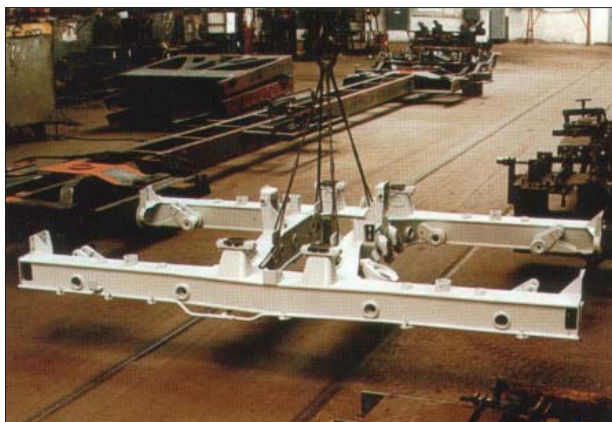
Tervezés

A Gmk ismerve a járműjavító műszaki felkészültségét és az Y25Css típusú forgóvázak gyártásánál elért sikereket, úgy döntött, hogy az Y25Css forgóváz gyártásánál használt A37D kétszer nyugtatott anyagminőséget választja, ez az anyag jól hegeszthető. Az anyagminőség után meghatározta az öv és gerinc lemezek méreteit és elvégezte a megadott mintarajz szerinti méretekkel a szekrényes keret előzetes szilárdsági számítását. A számítási ellenőrzés szerint a kritikus helyeken is kisebbek voltak a feszültségek a megengedhetőnél. A nyomatéktámok bekötésénél a megrendelő ragaszkodott az eredeti nagytömegű kovacsolt tám beépítéséhez és nem járult hozzá egy azonos méretű lemezből készült nyomatéktám kialakításához, ezt a támat a felső és az alsó övlemezhez és a gerinclemezhez is hozzá lehetett volna hegeszteni, ezáltal a membránhatás nem alakulhatott volna ki. Az előzetes tervegyeztetésen a metró szakemberek véleménye az volt, hogy csak az eredeti nyomatéktámra szerelhetők vissza az eredeti bekötések.

A terv dokumentációt a Metró és a Járműjavító Üzem szakemberei tüzetesen átvizsgálták, megállapították, hogy az érvényben lévő előírásokat és követelményeket kielégíti, ezáltal a megkötött szerződést teljesítettnek tekintették. A tervdokumentáció szerint legyártott keretek egyikéről készült fényképet az 1. ábrán látható.

Számítógépes szilárdsági vizsgálat

A forgóvázkeret szilárdsági vizsgálatát MÁV Székesfehérvári Járműjavító Üzem megrendelésére a Budapesti Műszaki Egyetem Járműgépészeti Intézete 1988. novemberében elvégezte. A számítógépes szilárdsági vizsgálat megállapította, hogy a számított feszültségek legkedve-



1. ábra. Metró kocsi hegesztett kivitelű, szekrényes forgóvázkerete
Abb. 1. Metrowagen - geschweißter Kasten-Drehgestellrahmen
Fig 1. The welded structure of the bogie frame

zötlenebb körülmények között sem érték el a megengedett feszültségek felső határát, a szerkezet szilárdsága megfelelőnek minősült.

A Járműgépészeti Intézet elkészítette a forgóvázkeret fásasztó vizsgálatának a programját is. A programban a maximális terheléseket még további 20 % megemelték az ORE ajánlása szerint. A fásasztó vizsgálatot a BME Acélszerkezetek Tanszéke végezte. A fásasztó vizsgálat lefuttatása után további terhelések növelésével sem sikerült eltörni. A forgóvázkeretet további gyártásra megfelelőnek nyilvánították.

Megjegyezzük, hogy a Moszkvai Metró szakembereinek a magyar tervezésű lemezkeretes forgóváz megtetszett. A MÁV Vagon Kft.-től megrendeltek hat forgóvázkeretet 1520 mm-es nyomtávra. A Moszkvai Metró magas képzettségű szakemberei a Vagon Kft. és a Gördülő Gmk. szakembereivel egyeztetették saját követelmény-rendszerüket. A hajtott forgóváz keretét ugyanolyan kivitelben kérték, amilyen a magyar metróé, természetesen a megadott terhelési és igénybevételi adatokkal erősebb kivitelben megtervezve. A nyomatéktám beépítésénél - az előadott problémáinktól függetlenül - ragaszkodtak a tömör kovacsolt acél megoldáshoz. A metró motorkocsi új tervezésű forgóvázkeretének számítógépes szilárdsági vizsgálatát, a fásasztó próba terhelési ciklusait továbbra is a BME Vasúti Járművek Tanszéke végezte. A szilárdsági számítás megfelelőnek bizonyult, ezt követően a moszkvai küldöttséggel megkezdődött a tervdokumentáció részletes egyeztetése, ami véglegesen elfogadásra került, megkezdődhetett az orosz nyelvre fordított anyag összeállítása.

A szakértők két prototípus keret legyártását, méretellenőrzését, majd a fásasztó vizsgálatra való előkészítését kérték. A prototípus forgóvázkeret egyikét a magyar, a másikat az általuk hozott program szerint fásasztották, a fásasztás több hétig tartott, mivel repedés vagy törés egyik forgóvázon sem fordult elő, a megrendelt keretek legyártását engedélyezték.

Levonható tanulságok

A tervezés, a modern szilárdsági számítás, a fásasztások, minden vonatkozásban megfelelő eredményt mutattak, az üzemben keletkező extra igénybevételek azonban felülírhették azokat. Az utóbbi egyetemi mérések ugyan is azt mutatták ki, hogy például bizonyos elstetett rossz indításnál rendkívüli erők hatnak a nyomatéktámra. Ezek hosszú éveken keresztül kb. 10-15 éves ciklus idő után a befogások közelében néhány keretnél fáradásos repedések előfordulását jelenthették. Igaz a rendkívüli igénybevételeknek kitett metró szerelvény napi vizsgálata olyan alapos volt, hogy a repedéseket hamar felfedezték és a forgóvázat, illetve a kocsi javításba küldték, ezáltal balesetveszély nem állt fenn.



2. ábra. Két vezérlő kocsi és négy közbenő kocsi álló metró szerelvény
 Abb. 2. Metrogarnitur – 2 Steuerwagen und 4 Zwischenwagen
 Fig 2. The trainset consisted of two driving and four intermediate cars

Az M3. metró szerelvények felújítása

A „Budapesti M3 metróvonal járműparkjának korszerűsítéssel egybekötött felújítása és az ahhoz kapcsolódó szolgáltatások és eszközök” szállítása tárgyában a MWM Zrt. és a BKV Zrt. között 2016-ban létrejött a szállítási szerződés. A prototípus járművek elkészítésének megkezdéséhez az előzetes típus-, és a sorozatgyártás elindításának feltételét képező típusengedélyek megszerzéséhez szükséges tanúsítási tevékenységet az MWM és a Közlekedéstudományi Intézet Nonprofit Kft. (KTI) között létrejött szerződés értelmében a KTI Tanúsítási Igazgatósága végezte a kijelölt DeBo szervezetre vonatkozó előírások alapján. Feladatát az Országos Vasúti Szabályzat II. kötetének kiadásáról szóló 18/1998. (VII. 3.) KHVM rendelet 1. számú melléklet képezte. Az Országos Vasúti Szabályzat II. kötetének kiadásáról szóló 18/1998. (VII.3.) KHVM Rendelet 2. számú mellékleteként kiadott Metró Jármű Szabályzat, valamint a 2010/713/ EU határozat ide vonatkozó megfelelésértékelési, alkalmazhatósági és EK-hitelesítési eljárások moduljai szerint, végezte. A hatrészes prototípus szerelvénya fentiekben leírt követelményeket teljesítette és 2016 decemberében a Típusvizsgálati tanúsítványt megkapta.

A metrószerelvény forgóváza

A vezetőállásos és a közbenő kocsiknak két azonos típusú, kéttengelyes, hajtott forgóváza van, a kerékpártengelyek egyedi meghajtásával. A forgóváza bekötött kerékpárok tengelytávolsága 2100 mm. A megerősített forgóvázkereket, a vezetőcsapos kerékpárvezetés, a viszonylag kemény csapágyrugózás, a himbagerenda felfüggesztés, a duplex himbarugózás, lengéscsillapítás, a gömb fészkes forgótányérú műanyagbetétes oldalcsúszó támokkal, valamint a csapágy rugók és az alsó forgótányér alátételezésével a kerékesztergálás után is

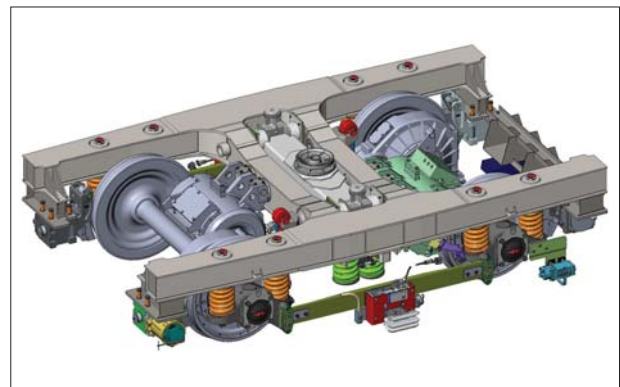
az előírt padlómagasság beállítható: 1100_{-10}^{+70} m).

A forgóváz főbb alkatrészei

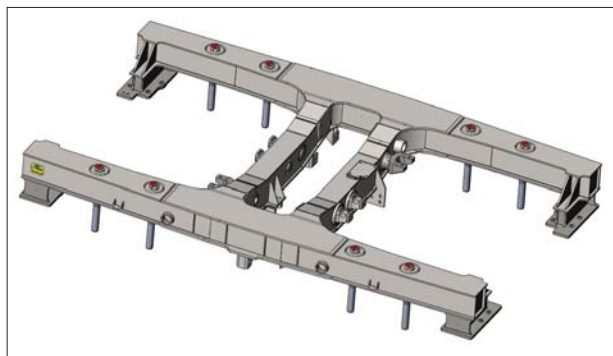
- orgóvázkereket,
- csapágyvezetés,
- csapágyrugózás,
- kerékpár,
- két aszinkron hajtás (villamos motorok, hajtóművek, körmös tengelykapcsolók),
- himbafelfüggesztés,
- himbarugózás,
- lengéscsillapító bekötés,
- szekrény alátámasztás,
- két tuskós fékblokk, két rugóerő tárolós tuskós fékblokk stb.
- áramszedők

Forgóvázak kerete

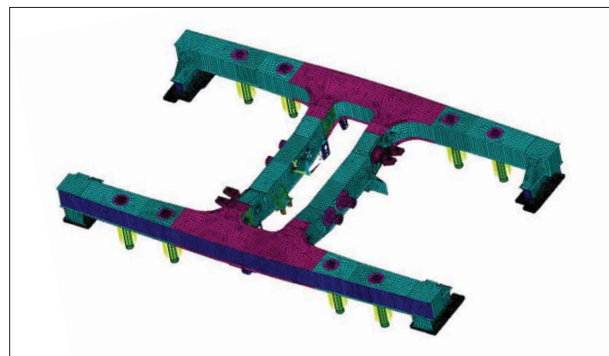
Mindegyik forgóvázkereket szerkezeti felépítése azonos. A H-formájú forgóvázkereket két hossztartóból és két keresztartóból áll, a tartószerkezetek szekrényes kivitelűek. A hengerelt lemez anyagok megfelelnek az idevonatkozó MSZ EN szabványban előírt minőségi követelményeknek. Az acél anyagok kétszer nyugtatottak, jól hegeszthetők és kifáradás bírók. Megjegyezzük, hogy az 1. ábrán bemutatott forgóvázkereket jellegét az MWM tervezőrészlege teljes mértékben megtartotta. A szekrényes hossz- és a keresztartók öv- és gerinclemezt azonban megnövelték. A támoknál korábban felmerült hibákat teljes mértékben megszüntették. A kovácsolt tömör nyomtatéktámokat középen kikönnnyítették, ezáltal a szekrényes keresztartóba való behesztesítésnél a varrat feszültségeket feloldották. Módosították a csapágy vezetés vezető csapjainak és a himba felfüggesztésnek a befogását,



3. ábra. Forgóvázra szerelt berendezések
 Abb. 3. Die am Drehgestell montierten Komponenten
 Fig 3. Equipment fitted on the bogie



4. ábra. A forgóvázkeret általános kinézete és szerkezete
Abb. 4. Drehgestellrahmen – Allgemeine Ansicht und Konstruktion
Fig 4. The general view and structure of the bogie frame



5. ábra. Forgóvázkeret véges-elem modellje statikus terheléssel
Abb. 5. Drehgestell – Finite-Element Modell für statischer Belastung
Fig 5. Finite element model of the bogie frame with static load

továbbá korszerűsítették forgótányér és az oldalsó csúszó tákok bekötését is.

A metró kocsi forgóvázkeretének szilárdsági számítása véges elemes módszer szerint

A forgóvázkeret 12, 14, 16 és 18 mm vastag acéllemezekből épül fel.

A forgóvázkeret szilárdsági számítását a következőkben felsorolt terhelési esetekre végezték el:

- függőleges statikus terhelés,
- függőleges dinamikus terhelés, ferdén szimmetrikus terhelés,
- dinamikus pályához történő illeszkedő terhelés,
- villamos motorok és a hajtóművek okozta terhelés,
- villamos motor tömege és annak tehetetlensége okozta terhelés,
- hajtóművek felfüggesztésénél keletkező dinamikus terelés,
- vontatás és fékezés alatt ható tehetetlenségi erő által okozott terhelés,
- légfék tartójára ható terhelés.

A terhelési esetek közül most csak a statikus terhelés modelljét mutatjuk be.

A számítási eredmények értékelése: a forgóvázkeret tartóelemére vonatkozó feszültségek - az összes terhelési üzemmód esetében - a megengedett határértéket nem lépték túl.

A vezérlő és a mellék kocsi forgóvázak próbapadon elvégzett statikus és fárasztó vizsgálata

Az MWM által az M3- metrószerelvényekhez kifejlesztett új forgóvázkeretét statikai és fárasztásos vizsgálatnak vetették alá.

Statikus vizsgálatok

A statikus tesztelést próbapadon az egyes erők vagy erőcsoportok hatásának kifejtése mellett a forgóvázke-

ret feszültség állapotának, illetve a kifáradási repedések leggyakrabban előforduló feszültségi helyek meghatározása céljából végezték.

A forgóvázkereten a tervezők által meghatározott helyeken, ahol a szilárdsági számítások során a legnagyobb feszültségek jelentkeztek, mérőbélyegeket helyeztek el. A bélyegek elhelyezését azon a részen sűrítik, ahol a korábbi gyártású forgóvázkeretekenél az üzemeltetés során repedések mutatkoztak. A vizsgált forgóvázkeretre 186 mérőbélyeget ragasztottak fel. A terheléseket a szilárdsági számítás során megállapított értékeket plusz 10%-al vették figyelembe.

A statikus terhelések során, a kereten repedéseket nem találtak.

Fárasztásos vizsgálatok

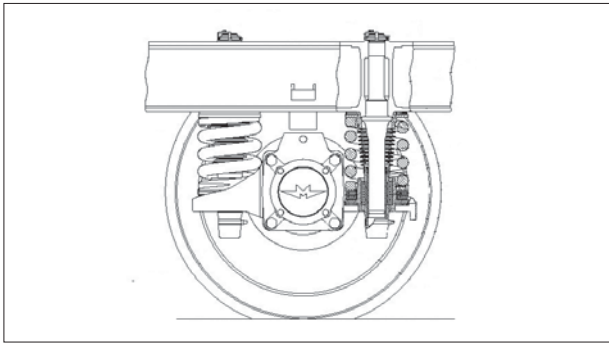
A statikus vizsgálati terhelésekkel, megkezdték a fárasztásos vizsgálatok elvégzését. A fárasztó dinamikus vizsgálatok során a keretet minden ciklus lefutása után repedésellenőrző vizsgálatnak vetették alá.

A vizsgálat befejezése után megállapították, hogy 107 ciklus lefuttatása után maximális üzemeltetési erőhatások mellett, repedések nem fordultak elő, az az a forgóvázkeret elegendő kifáradási ellenállással rendelkezik.

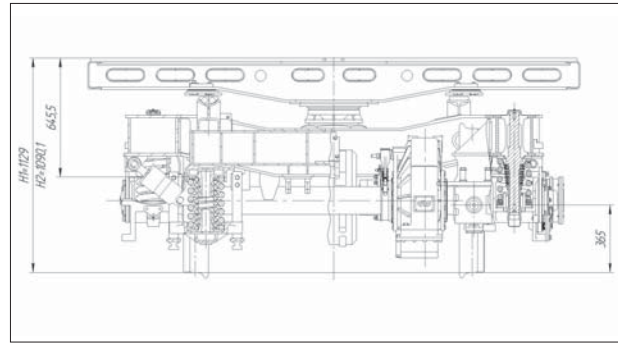
Csapágyvezetés

A metró forgóváz csapágyvezetése vezetőcsapos rendszerű. A vezetőcsap felsőrésze a forgóvázkeretbe behégesztett perselybe szorosan illeszkedik. Az alsó része a speciálisan kialakított csapágytok rugótányérjához csatlakozik. A vezetőcsapot kopásálló műanyag persely vezeti, amit rugalmas megtámasztó acél persely fog közre. A csapágytok két oldalán kialakított tányérokban foglal helyet a csapágyrugózás. A rugalmas csapágyvezetést a fáradást bíró gumi betétek és a rugótányér alatt elhelyezett alátétgyűrűk biztosítják. Az alátétgyűrűkkel leh etelvé gezni a kerék kopások miatt szükségessé váló padlómagasság állítást.

A csapágytok és a forgóvázkeret közé biztonsági kenyeget építettek be. A vezetőcsap alsó és felső végét biztonsági alátétekkel zárták le.



6. ábra. Rugalmas csapágyvezetés
Abb. 6. Elastische Lagerführung
Fig 6. The flexible axle bearing



7. ábra. A forgóváz csapágy és himbarugózása
Abb. 7. Drehgestell – Lager- und Wiegenfederung
Fig 7. The wheelset bearing and bolster springs

Csapágy- és himbarugózás

A csapágy- és himbarugók anyaga 51CrV4 (EN 10089) - szabványnak megfelelő, ez az anyag olajban edzhető, nemesíthető (megeerszthető) jó rugóacélnek számít.

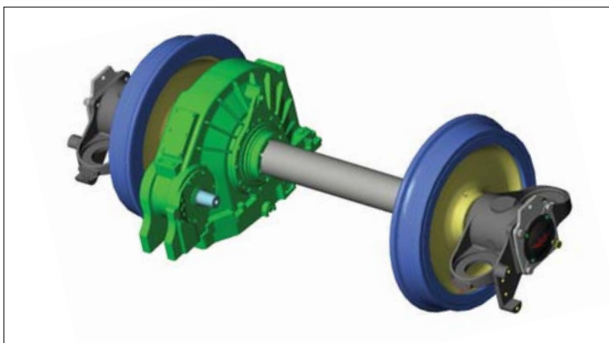
A csapágyvezetés rugózásának besüllyedése rakott kocsinál 11,7 mm, a duplex himbarugózásé 39 mm, látható, hogy a forgóváz rugózása keménynek számít.

Kerékpárok

A metró szerelvény forgóvázainak kerékpárjai a tengelyből és az arra felsajtolt két abroncszott keréktárcsából, valamint a tengely belső részére, az agyülés utáni részre felsajtolt hajtóműházból és a csapágyházból állnak. A szilárdan összeállított kerékpár a z e lőírás s zerintiM ÁV-K 6 M ÁVSZ 26 16 :2012 profilnakmeg felelően kialakított futófelülettel és a nyomkarimával igyekszik megvalósítani a kerékpár vágány középhelyzetben maradását és a biztonságos vezetését.

A kerékpárok és a tengelyre szerelt hajtóművek spanyol gyártmányúak. A keréktárcsa, az abroncs és a tengely, valamint a csapágyazás anyaga megfelel a vonatkozó EN és az ISO szabványok előírásainak. A kerékpár főbb műszak adatai:

- a vágány nyomtávolsága [mm] 1435
- a kerék belső szélei közötti távolság [mm] 1360 ± 1



8. ábra. Kerékpár, csapágyazással és hajtóművel
Abb. 8. Radsatz, mit Lagerung und Antrieb
Fig 8. Wheelset with bearings and drive gear

- a kerék futókör átmérője [mm] 780 + 2
- az abroncs szélessége [mm] 135 + 1
- a kerékpár futókör távolsága [mm] 1500
- a tengely teljes hossza [mm] 2224
- csapágytók közép hossza [mm] 1956 +1-1,4
- a tengelycsap átmérője [mm] 110
- a tengely agyülés átmérője [mm] 165
- a tengelyszár átmérője [mm] 150

Csapágyazás:

Az acélöntésű csapágyházba kétsoros, hengergörgős csapagyat építettek be. A csapagyak zsírkenésűek. A tengelyvég végtárcsás biztosítású.

Nyomkarima kenő készülék:

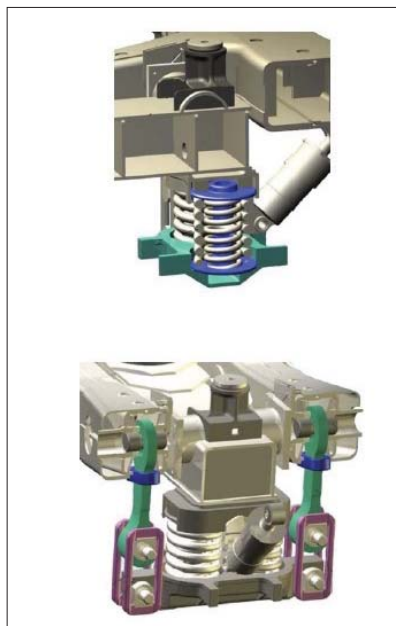
A forgóvázkeretre van felfüggesztve a környezetkímélő patronos nyomkarima kenő készülék. A berendezés kedvező tulajdonsága, hogy megakadályozza a kenőanyag a futófelületre jutását.

Himbafelfüggesztés

A himbafelfüggesztés nem állítható kivitelű, a felfüggesztő karok a himbagerendához csapszeggel csatlakoznak, csak keresztirányba tudnak elmozdulni. A felfüggesztő alsó részén kialakított lánctartók a himbarugó bölcseit tartják. A felfüggesztő rendszer két láncezemes, a keresztirányú elmozdulását kb. 45°-os szögben elhelyezett hidraulikus lengéscsillapító határolja be.

Szekerény alátámasztás

A jármű szekerénye gömbfészkes forgótányéron keresztül támaszkodik a forgóváz hibagerendájára szerelt alsó forgótányérra. A himbagerenda hosszirányba kb. 1 mm-t, keresztirányban a ferdén elhelyezett lengéscsillapító által megengedett mértékben tud elmozdulni. Az alsó forgótányér alatt elhelyezett alátétekkel is, ha szükséges a kerékesztergálás utáni padlómagasságot be lehet állítani. A szekerény és a forgóváz kapcsolatát a speciálisan kialakított forgótányér csapszeg biztosítja, és egyben a fékezőerőket is felveszi, valamint betölti a biztonsági kengyel szerepét is.



9. ábra. Himba felfüggesztés
Abb. 9. Wiege-Aufhängung
Fig 9. Bolster suspension

A szekrénynek a forgótányéron való elbillenését az oldalsó csúsztatók határolják be. A szekrény és a forgóvázon lévő kopásálló műanyag betétek közötti hézag kb. 2 mm.

Tengelyhajtás

A felújított metrókocsik VVVF-szabályozású (Variable Voltage Variable Frequency – Változtatható Feszültség Változtatható Frekvencia) áramirányítókkal táplált aszinkron motoros hajtásrendszerrel vannak felszerelve, amely egyaránt alkalmas a generátoros fékezés során termelt energia, táphálózatba történő visszatáplálására, illetve a fékellenállásokon történő felemésztésére. A fékellenállások hőfoka üzem szerűen a 450°C-t is elérheti.

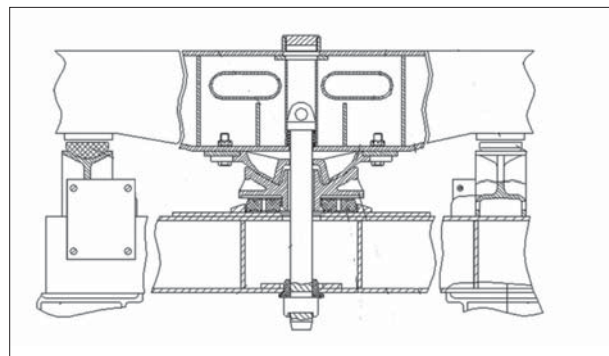
Mechanikus fékberendezés

A pneumatikus fékezésnél a kerékpárok fékezését a forgóváz közepe felé mutató, egy oldalon elhelyezett környezetbarát, K-típusú, műanyag féktuskókkal felszerelt fékblokkok biztosítják, amelyek közvetlenül forgóvázkeretre vannak felfüggesztve. A visszatápláló elektrodinamikus fékberendezést kiegészítve üzem szerűen csak a szerelvények megállítása előtt, 10 km/h sebesség alatt lépnek üzembe. Kialakításuk azonban - a biztonsági követelményeknek megfelelően - lehetővé teszi a szerelvények előírt fékúttávolságon belül történő megállítást az elektrodinamikus fék kimaradása, illetve meghibásodása esetén.

A mechanikus fékberendezés további feladata a szerelvények állva tartásának biztosítása. Ezt a fékblokkokat kiegészítő rugóerő tárolós fékhengerek végzik, amelyeknek a feloldása üzem szerűen a közbelső kocsikra felszerelt kompresszorok által termelt sűrített levegővel lehetséges.

Összefoglalás

Az MWM által korszerűsített M3 metró forgóváz ugyan nem tartozik a legmodernebb megoldások közé, de biztonságos és



10. ábra. Szekrény alátámasztás
Abb.10. Kastenabstützung
Fig 10. Body suspension

egyszerűen karbantartható, ezt bebizonyították a jelenleg is közlekedő régebbi építésű szerelvények forgóvázaival szerzett tapasztalatok is. Az új forgóvázak a fentiekben röviden leírt korszerűsítések szerint, csak tovább növelték a biztonságot.

A vizsgált prototípus jármű forgóvázai a Metrójármű Szabályzatban és a Közlekedési Hatóság által előírt idevontatkozó feltételeket teljesítették. A KTI a által kiadott tanúsítvány alapján a Nemzeti Közlekedési Hatóság a sorozagyártás elindításához szükséges típusengedélyt 2017-ben megadta.



KÖZLEKEDÉSTUDOMÁNYI INTÉZET NONPROFIT KFT.
INSTITUTE FOR TRANSPORT SCIENCES NON-PROFIT LTD.

VASÚTI MEGFELELŐSÉGÉRTÉKELÉS NoBo – DeBo TANÚSÍTÁS NB 2071



A KTI az egyetlen olyan magyar tanúsító szervezet, amely jogosult arra, hogy elvégezze valamennyi vasúti alrendszer tanúsítását az uniós szabályok és a nemzeti előírások szerint.

**Kapcsolat: Bálint Nikoletta
Projekt koordinátor**

1119 Budapest, Than Károly u. 3-5.
Telefon: +36 1 371 5983
e-mail: tanusitas@kti.hu
Web: www.kti.hu/tanusitas



Készséggel állunk rendelkezésre a vasúti tanúsítással összefüggő bármely kérdés megválaszolására.