



A Pannónia motorkerékpárok kenéstechnikai futópróbája

DR. ZALAI ANDRÁS*

a kémiai tudományok kandidátusa
tud. osztályvezető

FERNEZELYI FERENC*

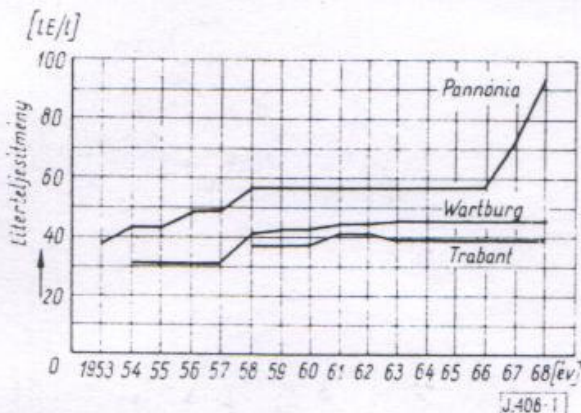
okl. gépészmérnök
tud. munkatárs



A tanulmány az olaj-benzin keverési arány problémáját a kenéstechnikai határigénybevétel oldaláról közelíti meg. Bemutatja a kenéstechnikai határigénybevétel fogalmát és fontosságát. Ismerteti az olaj-benzin keverési arány és a kétütemű Otto-motorok friss-olajkenésének problémakörét, s ezekhez kapcsolódva, a kétütemű motorolajjal szemben támasztott követelményeket.

Részletesen ismerteti a Pannónia motorkerékpárokkal végzett komplex kenéstechnikai futópróbát. Vizsgálja a keverékben levő olajmennyiség csökkentésének műszaki és gazdasági hatásait. Járműtechnikai, kopás- és lerakódásvizsgálat szempontjából elemzi a kapott eredményeket. Kimutatja, hogy a P-10H és P-20 típusú Pannónia motorkerékpárok 1:33-as olaj-benzin keverékkel a kenéstechnikai igénybevételi határ túllépése nélkül üzemeltethetők.

A hazánkban közlekedő kétütemű benzinmotorok az utóbbi években jelentős konstrukciós és gyártástechnológiai fejlődésen mentek keresztül. Az útjainkon nagyszámban közlekedő benzinüzemű kétütemű-motorú járművek literteljesítményének fejlődését az 1. ábrán szemléltetjük. A Pannónia motorok teljesítménye



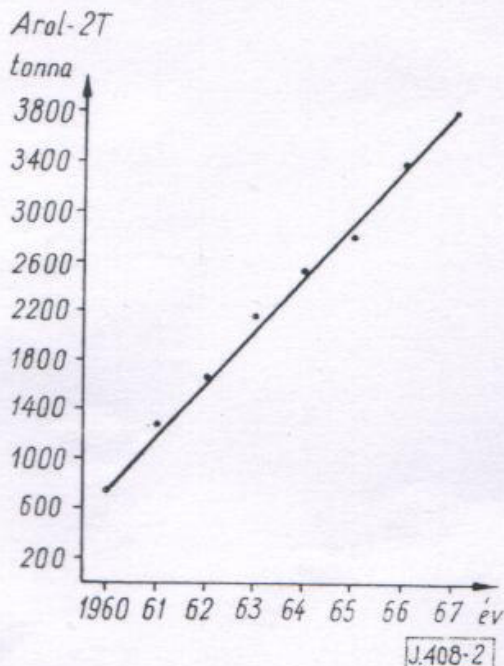
1. ábra. A hazánkban közlekedő benzinüzemű kétütemű motorú járművek literteljesítményének növekedése

pl. az évek során 12-ről 23 lóerőre emelkedett, azonos hengerűrtartalom mellett. A jelenleg épülő autótutak ennek a nagyobb teljesítménynek a kihasználását lehetővé is teszik. Ezért a motorok fajlagos terhelése állandóan tovább növekszik. Ez a terhelésnövekedés természetesen nemcsak a szerkezeti anyagokkal, hanem a kenőolajjal szemben is egyre nagyobb igényt támaszt, a literteljesítmény emelkedésével ugyanis általában együtt emelkedik a motorolaj mechanikai és hőterhelése is. Ezért szükséges az alkalmazott motorolajok állandó és folyamatos fejlesztése. Ezt a kérdést az Országos Kőolaj- és Gázipari Tröszt állandóan szem előtt tartja.

* Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet Motorkísérleti Osztály.

A fejlesztéssel kapcsolatos kísérleti munkát részben a Magyar Ásványolaj és Földgáz Kísérleti Intézet végzi.

A motorolaj fejlesztési program eredményeként 1959-ben megjelent az AROL-2T, a kétütemű motorok speciális olaja, majd 1968-ban a magasabb minőségi szintű AROL-2T. A 2. ábrán a kétütemű motorolaj felhasználásának irányát vázoltuk fel. Látható, hogy a felhasználás a bevezetés óta állandóan és rohamosan növekszik, jelenleg évente több mint 4000 tonna. Kétütemű járműveink döntő többsége (mintegy félmillió motorkerékpár kivételével) 1:33 arányú olaj-benzin keverékkel jár, ez másképpen kifejezve 3%-os keveréknek felel meg. Ha meggondoljuk, hogy keverékkenés esetén a tökéletes kenéshez elvileg ennek egyharmada, tehát



2. ábra. A kétütemű-motorolaj felhasználás trendje

1%-os keverék is elégséges, akkor évente több mint 2000 tonna olajjal és olajégéstermékkel szennyezzük a levegőt. (A felesleges olaj részben elég, részben a kipufogón keresztül eltávozik.) Ennek közegészségügyi és népgazdasági kihatása egyaránt jelentős.

A kétütemű motor- és kenőolajgyártásunk mennyiségi és minőségi fejlődése indokolja [1], hogy a keverési arány kérdésével — legalábbis részlegesen — foglalkozunk.

1. A motor kenéstechnikai határigénybevétele

A teljesítménynövelés a motorok szerkezeti részeiben egyre növekvő igénybevételeket okoz. Az anyagok teherbíróképessége nem korlátlan — így a kenőanyagoké sem — és mivel az igénybevételek egy meghatározott szint fölé nem emelkedhetnek, a további teljesítménynövelés csak az igénybevételek állandó szinten való tartása mellett történhet.

Ha belsőgésű motornál mechanikai (Q_m) és termikus (Q_t) határigénybevételről beszélünk [2], [3], akkor ennek analógiájára a kenéstechnikai határigénybevételről (Q_k) is beszélnünk kell. A kenéstechnikai határigénybevétel alatt az alkalmazott kenőanyag hatékonyságát hosszabb felhasználási időtartamon keresztül megtartja, s a kent mozgó gépelemeknél rendellenes mechanikai károsodások (súrlódási veszteségek, kopások) nem lépnek fel.

A motornak a gyártómű által megadott legnagyobb tartós teljesítményét (P_N) az adott motorra nézve határteljesítménynek tekinthetjük, melyet a motor határigénybevétele (Q_{motor}) korlátoz. Igaz az, hogy

$$P_N = f(\Sigma Q_m, \Sigma Q_t, \Sigma Q_k)$$

A határteljesítmény túllépése a motor egy vagy több helyén üzemzavarhoz vezető túligénybevétel hozhat létre. Így a motor igénybevételi határai meghatározzák a tartósan elérhető teljesítmény nagyságát is. Ezért szükséges és hasznos az igénybevételi határok ismerete — különösen fejlesztésnél; tekintet nélkül arra, hogy konstrukciós, technológiai vagy kenéstechnikai fejlesztésről van szó.

A motorok mechanikai és termikus határigénybevétele ma már többé-kevésbé számítással és méréssel kielégítő pontossággal meghatározható [2], [3]. A kenőanyagok kenéstechnikai határigénybevételének meghatározásánál jórészt kísérletekre vagyunk utalva (pl. kopás- és súrlódásvizsgáló készülékekkel). Még nehezebb a helyzet, ha egy kétütemű motorkerékpár motor kenéstechnikai határigénybevételét szeretnénk meghatározni. Hiszen itt egy ugyanazon kenőanyaggal kell egészen különböző gépelemeken és szerkezeti anyagokon a csúszó-, forgási és gördülősúrlódás csökkentését elérni, rendkívül nagy mechanikai és termikus igénybevételek és részben kedvezőtlen kenési körülmények (keverék-kenés) mellett.

A motorok élettartamát és üzembiztonságát döntően befolyásoló minőségi mutatók (oxidációs stabilitás, korrózió-csökkentés, detergens-hatás, kopást csökkentő hatás stb.) megállapításához meglehetősen költséges és időt rabló komplex laboratóriumi, fékpadi és nagyüzemi futópróba kísérletekre van szükség, melyek egyaránt kiterjednek a motor, az olaj, valamint e kettő kölcsönhatásának tisztázására [4], [5], [6]. A kenés-

technikai határigénybevétel alapvetően befolyásoló tényezők: a konstrukció, a kivitel s a megfelelő olaj alkalmazásának tekintetében tehát csak kísérleti úton lehet az egyes tényezők hiányosságait és az összes tényezők kölcsönhatásait megállapítani.

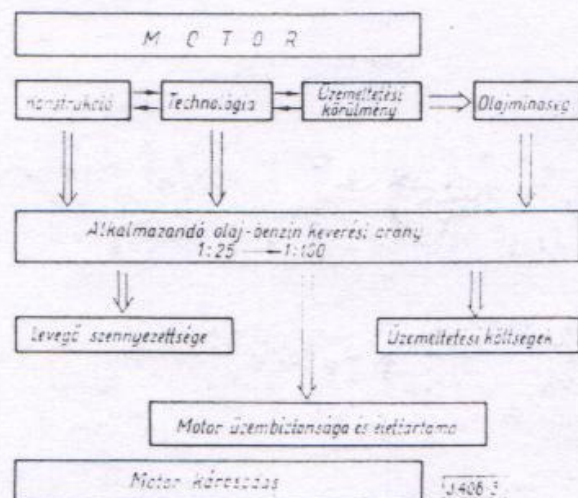
Az előbbieket és lehetőségeinket figyelembe véve, a kétütemű motorok kenéstechnikai határigénybevétele meghatározására nem vállalkozhatunk, s az nem is célunk. A kenéstechnikai határigénybevételnek csak egy, de az adott kétütemű motortípusoknál nagy fontosságú részletét szeretnénk megvizsgálni: az olajbenzin keverési arány kérdését. Az optimális keverési arány kérdésén belül is vizsgálatainkat csak egy meghatározott irányban folytattuk: üzemeltethetők-e a Pannónia P-10H és P-20 típusú motorkerékpárok 1:33-as keverékkel, a kenéstechnikai igénybevételi határ túllépése — tehát kenéstechnikai rendellenesség és mechanikai, termikus károsodás — nélkül.

A 3. ábrán — az áttekinthetőség érdekében leegyszerűsítve — összefoglaltuk az olajbenzin keverési arány problémakörét. A motor konstrukciója és technológiája határolja a gazdaságosan alkalmazható üzemi felhasználási területet, s ezek együttesen meghatározzák a szükséges olajminőséget. A konstrukció, technológia, valamint a felhasznált olaj minőségi szintje pedig meghatározza az alkalmazandó olajbenzin keverési arányt. Ezek együttesen hatnak a motor üzembiztonságára és élettartamára, befolyásolják az üzemeltetési költségeket, s hozzájárulnak a levegő olajfüst szennyezéséhez.

Mivel a motor kenéstechnikai határigénybevétele, s ezen belül az alkalmazandó olajbenzin keverési arányt a motor konstrukciója és technológiája mellett legjobban a felhasznált kenőanyag minősége befolyásolja, mielőtt futópróba-kísérleteinket ismertetnénk, röviden meg kell emlékeznünk a kétütemű motorok kenőanyagával szemben támasztott követelményekről, a kétütemű motorolajról és a kétütemű motorkeverésről.

2. A kétütemű Otto-motorok kenése

A kétütemű Otto-motorok kenése részben azonos, részben eltérő feladatok elé állít minket, mint a négyüteműeké. A kenési rendszer optimális megoldásán ma is dolgoznak.



3. ábra. Az olajbenzin keverési arány problémaköre

A kétütemű motorok frissolaj kenését általában a következő kenési rendszerek valamelyikével oldhatjuk meg eredményesen:

| | |
|--|--|
| 1. keverékkenés (szabályozatlan, keverési arány 4%-tól 1%-ig) | 2.1. kenendő helyre szállít |
| 2. kényszerkenés (szabályozott, szivattyúval) | 2.2. szívócsöbe adagol (autolube system) |

Arra a kérdésre, hogy adott körülmények között milyen kenési rendszer alkalmazása előnyösebb, különféle megoldások tanulmányozása alapján, a motor rendeltetésének és felépítésének ismeretében lehet választ adni, természetesen a gyártómű műszaki-gazdasági lehetőségeinek figyelembevételével.

Nem célunk e helyen a különböző kenési rendszereket ismertetni és elemezni. A KGST országokban, s így hazánkban is az Otto-motorok frissolaj kenését a keverékkenés módszerével oldották meg, ezért csak a keverékkenésről szeretnénk egészen röviden írni.

Míg a négyütemű motorok karterjében a cirkulációs kenés alkalmazása mellett mindig marad egy bizonyos olajmennyiség, melyet bizonyos időnként kiegészítenek, illetve cserélnek, addig a kétüteműek keverékkenésénél mindig friss olaj kerül a kenendő helyekre. Az üzemanyag energiahordozó szerepén felül mint olajhordozó szerepel. Fontos gyakorlati követelmény, hogy a benzintankban mindig egyenletes keverék legyen. (Ezért készítik a mai kétütemű olajokat 20% előhígító komponenssel.)

A motor által beszívott olaj-benzin-levegő keverék először a forgattyúházba kerül. Amikor a karterbe jutó keverék a forró falakat érinti, az üzemanyag egy része elpárolog, a falakon olajcseppek válnak ki és egy olajfilm képződik a kenendő helyeken. Ezt a jelenséget még az is elősegíti, hogy a keverék hozzácsapódik a falakhoz, így a mozgó olajrészecskék nagyobb sűrűségük és tehetetlenségük miatt kicsapódnak. Újabb keverék beszívásával a hajtómű olajfilmje állandóan megújul. A hajtóműrészekről és a falakról leváló olajcseppeket a beszívott gáz ismét magával ragadja az égéstérbe. Itt éppen olyan olajcseppek képződnek, mint a forgattyúházban, csak magasabb hőfokon. A magasabb forringtonú olajrészecskék kiválnak a hengerhüvely falán, s onnan csak lassan párolognak el, majd elégnak. A keverékből ki nem váló olajrészecskék a benzinnel együtt elégnak. A hengeren levő fölösleges olajat az alsó dugattyúgyűrű lehúzza, illetve a felső részben a kipufogócsatornán át kinyomja.

A kétütemű Otto-motorok sajátos keverékkenése — a motor működési rendszeréből és kiviteléből kifolyólag — nehezebb feladatok elé állít minket, mint a négyütemű motoroké:

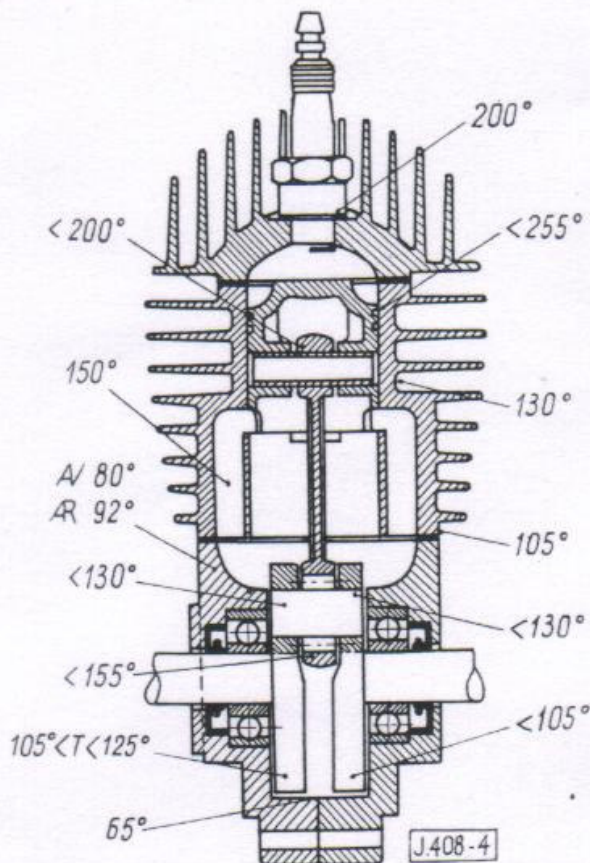
- a kétütemű működési rendszer miatt, mivel minden főtengely fordulatra jut égés, a motor és olaj hőterhelése nagyobb;
- a részvezérlés következtében az összefüggő folytonos és egyenletes kenőfilm kialakítása problémát jelent;
- a kenés rendszeréből kifolyólag (általánosan ural-

kodó a keverékkenés), mivel a keverékkenési rendszer az egyes kenési helyekre jutó olajmennyiségének szabályozását nem teszi lehetővé. Ezért a keverékben levő olajjal nem lehet egyes helyek nagyobb kenőolaj igényét kielégíteni. A forgattyústengely és hajtórúd ágyazása többnyire gördülőcsapágyas, kenőanyag-szükségletüket a keverékes olajozás megoldja. A dugattyúcsapszeg kenése azonban már inkább problémát okozhat.

A kétütemű keverékkenési rendszer problémáinak rövid áttekintése után vizsgáljuk meg a kétütemű motorolajjal szemben támasztott követelményeket. A keverékkenésnél a szokásos belsőégésű motor kenési problémákon kívül felmerül a kenőolaj-benzin megfelelő elválása egymástól, a megfelelő kenőréteg kialakulása, illetve a nehéz benzin frakciókkal hígított kenőolaj közös hatásának kérdése is. Ez a probléma a kenőolaj külön adagolásánál csak kisebb mértékben lép fel.

A probléma elsősorban a motor hőmérsékletével függ össze. A kenendő hely hőmérséklete egyrészt ne legyen magasabb annál, mint amely hőmérsékleten a kenendő olaj még hatásosan tud védeni kopással és súrlódással szemben és ne legyen túl alacsony, hogy a benzin a kenőolajtól megfelelően elváljon.

Schilling nyomán [7] közöljük a 4. ábrán egy kétütemű motorban kialakuló hőmérsékleteket. Ezen látható, hogy a maximális hőmérséklet a felső gyűrűhoronyban $250\text{ }^{\circ}\text{C}$ körül alakul ki. Ezt a hőmérsékletet a modern, megfelelően adalékolt kenőolajok kibírják, illetve feladatukat ennél a hőmérsékletnél még el tudják látni.



4. ábra. Egy kétütemű motorban kialakuló hőmérsékletek Schilling nyomán

A dugattyúcsapszeg hőfoka 200 C° alatt van és itt már a kenőolaj kevés nehéz-benzinnel hígítva kerülhet a csapszeghez. A hajtókaresepágy hőfoka 130—150 C° között lehet, míg a főtengelygörgőzés hőfoka ennél is alacsonyabb.

A kenőolaj nagy része néhány munkafolyamat után az égéstérbe jut és kedvező, ha minél tökéletesebben elég és a kipufogócsőben távozik. Fontos, hogy ne okozzon lerakódást a gyertyán, a hengerfalon és a kipufogórendszerben.

Előbbiek alapján tehát a kétütemű Otto-motorok tulajdonságokkal kell rendelkezniük:

- megfelelő gyújtógyertya-élettartam biztosítása,
- jó égés, kevés lerakódás az égéstérben,
- dugattyúgyűrű-beszorulás kiküszöbölése,
- kevés lerakódás a dugattyúpaláston,
- a mozgó részek minimális kopása,
- a kipufogónyílások eltömődésének csökkentése.

Hogy az olaj ezen feladatoknak milyen mértékben felel meg, az függ az alapolajtól — annak viszkozitásától és kémiai összetételétől — az adalékolástól és a motor üzemelési körülményeitől, valamint a motor konstrukciós adottságaitól [8], [9].

A kísérleteinknél felhasznált új AROL—2T megfelelően kiválasztott hazai előállítású alapolajból és 3,5% import speciális kétütemű motorolaj-adalékból áll. Gyors önoldódását és a benzinben való egyenletes eloszlását 20% előhígító komponens biztosítja.

3. A kenéstechnikai futópróba kísérletek

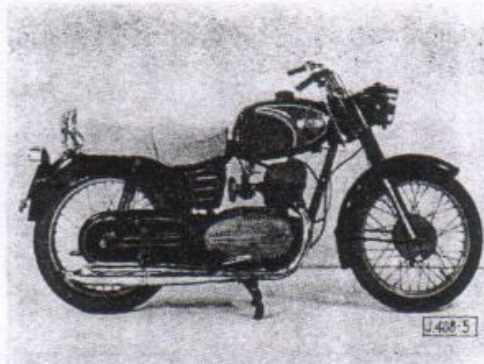
1968 elején az ÁFOR forgalomba hozta az új, magasabb minőségi szintű kétütemű motorolajat, változatlanul AROL—2T néven. Ugyanakkor motorkerékpárgyártásunk is jelentős haladást tett előre: megjelentek a korszerű konstrukciójú és technológiájú P—10H és P—20 típusú Pannónia motorok. A hazai motorolaj és motorkerékpárgyártás fejlődése lehetővé tette, hogy a Csepeli Motorkerékpárgyár megbízásából és a Komáromi Kőolajipari Vállalat támogatásával a MÁFKI Motorkísérleti Osztályán és más formában is eredményes kenéstechnikai futópróba-kísérleteket végezzünk P—10H és P—20 típusú motorokkal, 1 : 33 arányú olaj-benzin keverék használatával [10], [11].

Ebben a tanulmányban vizsgálataink közül csak a legérdekesebbeket, s a gyakorlati jelentőségű eredményeket kívánjuk ismertetni.

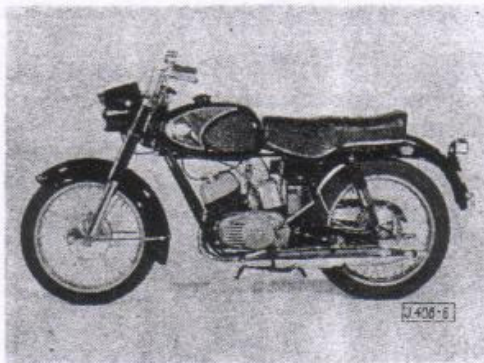
Kísérleteink célja az volt, hogy megállapítsuk: üzemeltethetők-e a P—10H és P—20 típusú motorkerékpárok 1 : 33-as keverékkel, kenéstechnikai rendelkezés és mechanikai, termikus károsodás mentesen, tehát a kenéstechnikai igénybevételi határ túllépése nélkül. Vizsgálataink a 10 000 km-es futópróbára, a hengerek és forgattyúmechanizmusok kopástechnikai vizsgálatára, valamint néhány speciális járműtechnikai mérés elvégzésére terjedtek ki.

3.1. A kísérleti körülmények

A Csepeli Motorkerékpárgyártól kapott 2—2 db vadonatúj P—10H széria és P—20 „0” sorozatú motorjainkkal (5., 6. ábra) a kísérletet 1968 tavaszán kezd-



5. ábra. A kísérleteknél használt Pannónia P-10 motorkerékpár



6. ábra. A kísérleteknél használt új, nagy teljesítményű Pannónia P-20 motorkerékpár

tük s októberben fejeztük be. A kísérleti motorkerékpárok főbb műszaki adatait az 1. táblázatban foglaltuk

1. táblázat

A kísérleti motorkerékpárok főbb műszaki adatai

| Motorkerékpár | Pannónia | |
|---|---|-----------|
| | P-10H | P-20 |
| Motor típusa | P-10H | P-20 |
| Motor működési módja | 2 ütemű Otto | |
| Hengerek száma | 1 | 2 |
| Lökettérfogó (cm ³) | 247 | 246 |
| Furat/lökét (mm) | 68/68 | 2 × 56/50 |
| Kompresszió | 7,5 | 10,5 |
| Effektív motorteljesítmény (LE) | 16 | 23 |
| Maximális fordulatszám (min ⁻¹) | 5400 | 7500 |
| Maximális forgatónyomaték (mkp) | 2,3 | 2,3 |
| Fogyasztás, 70 km/ó sebességnél (l/100 km) | 3,8 | 4,3 |
| Maximális sebesség (km/ó) | 110 | 130 |
| Önsúly (kp) | 145 | 142 |
| Üzemanyag | 76 okt. benzin 92 okt. benzin és Arol-2T olaj | |
| Keverési arány (kísérleteinknél) | 1 : 33 | |
| Terhelt max. összsúly (kp) | 319 | |

össze. A P—10H motorok üzemeltetéséhez 76 oktán-számú autóbENZINT (MSZ 19 950), a P—20-asokhoz 92 oktán-számú szUPERBENZINT használtunk (MSZ 19 950), bejáratás alatt 1 : 25, utána 1 : 33 keverékben, amelyet az új AROL—2T kétütemű olajjal készítettünk. Mivel az AROL—2T motorolajat — az önoldódás biztosítása céljából — 20% előhígító komponenssel gyártják, az olaj-benzin keverési arányt az előhígítóval ellátott AROL—2T késztermékre értjük! Ezért az

1 : 33 keverési arány előhígító nélküli olajra számítva 1 : 40-et jelent.

A motorok alkatrészeit kísérlet előtt igen részletesen és pontosan bemértük, ami a kenéstechnikai-kopás-vizsgálati értékelés szempontjából megfigyelt alkatrészekre (dugattyú, gyűrűk, henger, csapszeg, csapszegpersely, főtengely) terjedt ki. Például a dugattyúk palástját 14 helyen, a hengerek furatát 16 helyen mértük; a dugattyúgyűrűk véghézagán és horonyban való játékán kívül azok súlyát is mértük. A bemérések során megállapítottuk, hogy a felhasznált alkatrészek a gyári műhelyrajzok előírásainak megfelelnek.

A motorok üzemeltetését rendeltetésszerűen végeztük, a lehetséges maximális igénybevétel mellett. A nagyobb igénybevételt a kétszemélyes terhelés, erős gyorsítás, a KRESZ-t és forgalombiztonságot figyelembevevő maximális utazósebesség jelentette.

A gyári kezelési előírástól a kísérlet céljának megfelelően a következőkben térünk el:

- a 2000 km távú bejáratás során 1 : 25, utána 1 : 33 olaj-benzin keverési arányt alkalmaztunk;
- a gyertyákat a futópróba közben nem tisztítottuk;
- a hangtompítódobok betétcsöveit az egész futópróba alatt nem tisztítottuk;
- a 10 000 km-es futópróba alatt a motort nem bontottuk meg.

A P—10H motorok bejáratását a gyári előírások szerint végeztük. A P—20 motorok bejáratásánál a következő sebességhatárokat tartottuk be: 500 km-ig 100 km/ó, 1000 km-ig 110 km/ó; 2000 km-ig csak rövid időre teljes gáz, illetve végsebesség. Bejáratással kapcsolatos probléma nem merült fel. Ezután az üzemeltetést a tervezettnél megfelelően, a lehetséges maximális igénybevétel mellett folytattuk.

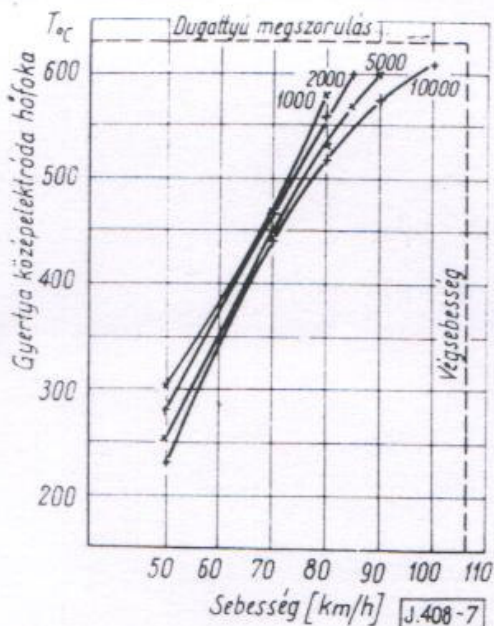
A kísérleti motoroknál a tervezett kilométerszám teljesítését befolyásoló meghibásodás nem fordult elő. A motorok jól bírták a nagy igénybevételt.

A kísérleti futópróba befejezéséig, a rendelkezésre álló idő alatt mindegyik motorral 10 500 km-t futottunk. A teljes futópróbara számítva az átlag-keverék-fogyasztás így alakult: a két P—10-esnél 4,92 és 4,82; a két P—20-asnál 5,30 és 5,33 liter/100 km. Ezek a fogyasztási adatok a kísérleti üzemeltetés szándékosan nagy igénybevételét figyelembe véve kedvezőek.

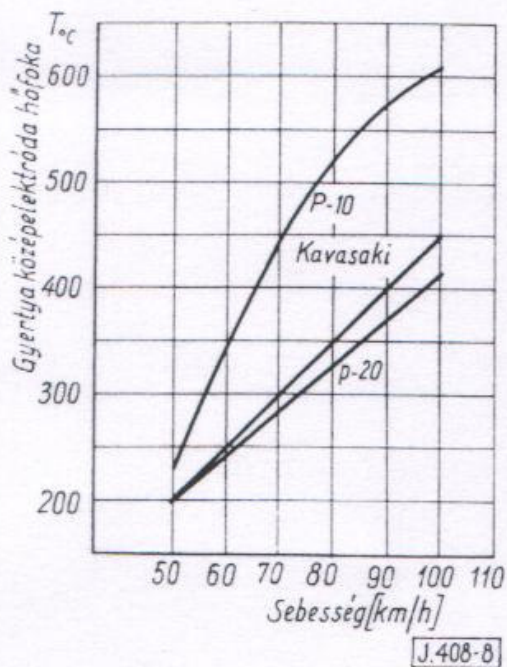
3.2 Járműtechnikai mérések

A futópróba során 1000, 2000, 5000 és 10 000 km-nél a kísérlet céljában megfelelően speciális járműtechnikai méréseket végeztünk. Mértük a gyújtógyertya-középelektroda, a gyertya-alátét és a henger-hűtőborda hőfokát; normál-fogyasztás, sebesség- és gyorsulás-méréseket végeztünk. Értékeljük a henger-dugattyú zajt. Vizsgáltuk, hogyan viselkednek a motorok teljes gáznál (teljes-gázbíróképeség). Mértük az olaj-benzin keverési arány hatását a kipufogófüst sűrűségére.

A gyújtógyertya-középelektroda hőfokának változását a futópróba során 1000, 2000, 5000 és 10 000 km-nél Bosch hőmérsékletmérő gyújtógyertya segítségével mértük. (A normálisan működő gyertya kifűrt középelektrodájának végébe szerelt platina-platinaró-



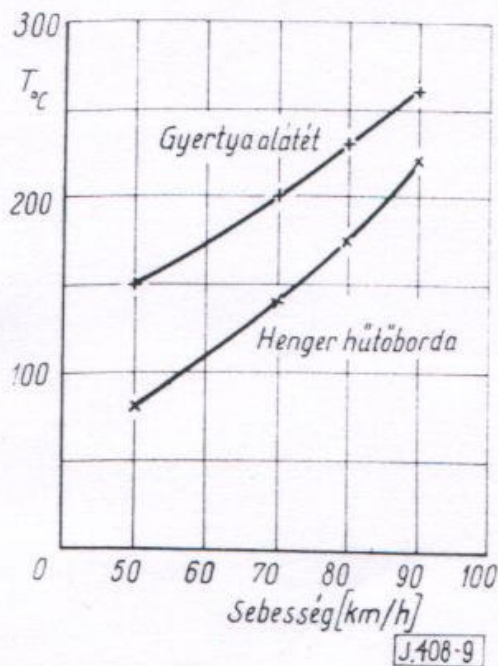
7. ábra. A P-10H motorok gyertya-középelektroda hőfokának változása a sebesség függvényében a futópróba során



8. ábra. Néhány 250 cm³-es motortípus gyertya-középelektroda hőfokának változása a sebesség függvényében

dium hőelem méri a gyertyaközépelektroda végének hőmérsékletét, az értékeket LDC műszerről olvassuk le.) A méréskor a vezetőkívül még a mérést végző személy is a motoron foglal helyet, ezért a mérések eredményeit kétszemélyes terhelés mellett kell figyelembe venni. A mérési tartományt behatárolja a dugattyú-megszorulás határértéke és a motor végsebessége. (100 km/ó sebesség felett kétszemélyes méréseket balesetvédelmi okból nem végeztünk.) A dugattyú-megszorulás P—10H típusnál méréseink szerint 630—650 °C-os gyertya-középelektrodánál következik be.

A 7. ábrából megállapítható, hogy a P—10H motorok hőállapota magas, a sebesség növelésével a gyertyaelektroda hőfoka meredeken emelkedik. A motor bejáratása, majd rendeltetésszerű használata folyamán az egyes sebességekhez tartozó hőfokértékek 30—

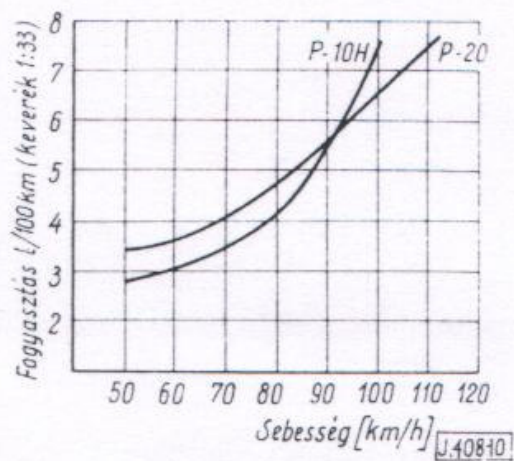


9. ábra. A P-10H motorok gyújtógyertya-alátét és hengerhűtőborda hőfokának változása a sebesség függvényében

70 °C-ot csökkennek. A görbék futásjellegéből látható az is, hogy a motor kétszemélyes terhelés mellett teljes gázzal nyugodtan, dugattyúmegszorulás veszélye nélkül, csak mintegy 5000 km lefutása után üzemeltethető tartósan. A 10 000 km-nél végzett mérés már teljes gázbíróképesseget biztosít. A tízezer km-nél kapott görbét a végsebesség vonaláig meghosszabbítva láthatjuk, hogy a hőfok a dugattyú-megszorulás határértéke alatt marad. Egyébként a futópróba során végzett sebesség méréseink is azt mutatják, hogy a kifogástalanul bejáratott, megfelelően karbantartott és beállított P10-esek 3000–5000 km lefutása után érik el a teljes gázbíróképesseget, s végsebességük 110 km/ó körül alakul.

A 8. ábrán méréseink alapján felrajzoltuk néhány motortípus gyertya-középelektroda hőfokának változását a sebesség függvényében. Látható, hogy a P-20 motorok gyertyaközépelektroda hőfoka rendkívül kedvező, a sebesség növelésével a hőfok csak lassan emelkedik. Megfelelően bejáratott, beállított és karbantartott P-20-nál — annak nagy teljesítménye ellenére — károsan magas hőmérséklet nem lépnek fel, ezért a motor teljes gázbíró, a dugattyúmegszorulás sem következhet be.

A 9. ábrán P-10H motorok gyújtógyertya-alátét és hengerhűtőborda hőfokának változását ábrázoltuk a sebesség függvényében. A kipufogócsanak feletti első hűtőborda tövének hőmérsékletét mértük; vas-konstantán termoelemmel, LDC műszeren leolvassva, kétszemélyes terhelés mellett. Ezek a hőmérséklet nem követik olyan gyorsan és közvetlenül a motor belső hőállapotát, mint a gyertya-középelektroda hőfoka, de nem kevésbé értékes tájékoztató adatul szolgálnak. A futópróba során ezek a hőfokok is változnak, de csak olyan mértékben, hogy az országúti méréseknél elfogadott hibahatárt nem lépik túl, így ábrázolásuk hiábavaló lenne. Egyébként a 9. ábrából megállapítható, hogy a mért hőfokok 90 km/ó sebességnél már meghaladják az irodalomból ismert értékeket [12].



10. ábra. A P-10H és P-20 kísérleti motorjaink fogyasztási diagramja

Ismertetett hőfokméréseinket — mint az egész futópróbát — 1 : 33 keverési arány alkalmazása mellett végeztük. De méréseinket megismételtük 1 : 25 keverési arány használatával is. A kétfajta keverési arány mellett végzett méréseink eredményei között kimutatható eltérés nem volt.

A teljesség kedvéért meg kell említeni, hogy hőfokméréseink hibahatára — az atmoszférikus hatásokat és a rendkívül nehéz mérési körülményeket (utazva mérés) is figyelembe véve — max. ± 10 °C. A méréseket a kiskunlacházai úton végeztük.

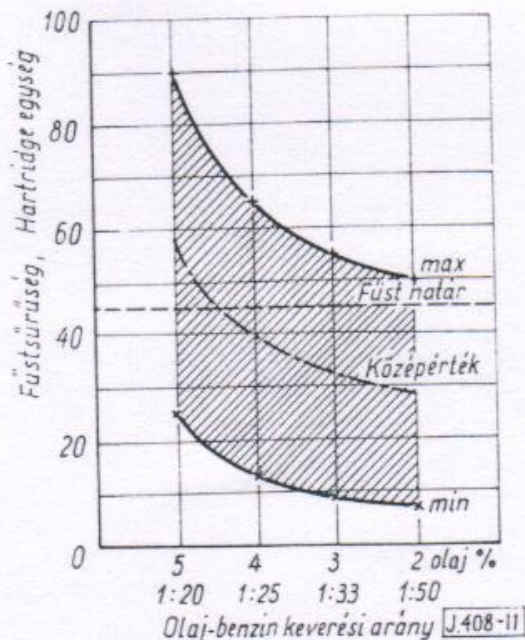
Hőfokméréseink eredményeit összegezve megállapíthatjuk, hogy a P-10H motorok hőállapota magas, a P-20-asoké rendkívül kedvező. A keverési arány 1 : 25-ről 1 : 33-ra történt változtatása a motorok általunk mért szerkezeti elemeinek hőmérsékletét mérhető módon — tehát gyakorlatilag — nem befolyásolta.

A futópróba során végzett normálfogyasztásméréseink eredményei kedvezőek voltak (10. ábra). Az 1 : 33 keverékkel üzemelt motorjaink fogyasztásgörbéje jó közelítéssel megegyezik az 1 : 25 keverési arány mellett felvett gyári fogyasztási görbékkel, s azoknál némileg kedvezőbb is.

A 10 000 km lefutása után gyorsulás méréseket is végeztünk: 0-ról 60 km/órára, illetve 0-ról 80 km/órára. Az eredmények például P-10H motorjainknál a következők voltak: 8,2 sec; 7,7 sec, illetve 13 sec; 14,5 sec. Ezek az értékek a gyár által megadottaknál (8,4 sec; 15 sec) kedvezőbbek.

Fogyasztás, sebesség és gyorsulás méréseink alapján (melyekből itt csak részleteket ismertettünk) megállapíthatjuk, hogy az 1 : 33 keverék alkalmazása a fogyasztási és menetdinamikai tulajdonságokat kismértékben kedvezően befolyásolta.

A kipufogógázok szennyező hatásának csökkentése világviszonylatban komoly problémát jelent. A kétütemű keverékkenesű motoroknál mindig problémát okoz a forgalombiztonságot hátrányosan befolyásoló és egészségre ártalmas kipufogófüstölés csökkentése. A keverési arány 1 : 33-ra történő változtatása rendkívül kedvezően befolyásolja a füstölést a motor minden terhelési tartományában. A 11. ábrán a kipufogófüst-sűrűség és az olaj-benzin keverési arány összefüggését ábrázoltuk P-10H motoroknál. Méréseinket Hartridge (átvilágításos elven működő, folyamatos)



11. ábra. A kipufogófüst-sűrűség és az olaj-benzin keverési arány összefüggése a P-10H motorkerékpároknál

füstsűrűség-mérővel végeztük; 1:20, 1:25, 1:33 és 1:50 keverék használatával. A tiszta levegő 0, a sűrű átlátszatlan füst 100 egységet jelent. A füsthatár (45 egység) felett a kipufogófüst már erősen látható, s ezt az értéket általában nem szabad túllépni. 30 füstegység alatt átlátszó, tiszta; 10 egység alatt láthatatlan a füst. Az ábrában minden keverési arányhoz felrajzoltuk a mért minimális és maximális füstölési értékeket, a közéjük eső füstölési tartományt, s a középértéket is, mely kb. a gyár által ajánlott utazósebességnél jelentkezik. A maximális füstölés hirtelen gyorsításnál, illetve emelkedőre való kapaszkodásnál jön létre.

Füstölés méréseink alapján megállapíthatjuk, hogy 1:20 keverék használata mellett a P-10H motorok általában füsthatár felett üzemelnek. A keverési arány 1:25-ről 1:33-ra történő változtatása a füstölés középértékét 18%-kal csökkenti. 1:33 keverékkel a P-10-esek általában füsthatár alatt üzemelnek. 1:50 keverési arány esetében a füstölési viszonyok tovább javulnak. A P-20 motorjaink füstölési tartománya 1:33 keverékkel 5-től 30 füstegységig terjedt. Ez igen kedvező érték, még a maximum is lényegesen a füsthatár alatt van.

3.3. A kopástechnikai vizsgálat

A 10 000 km-es futópróba befejezése után a motorokat szétszereltük, s az eredményeket értékeltük. A kenéstechnikai-kopásvizsgálati értékelés szempontjából megfigyelt alkatrészeket a bemérésnek megfelelő részletességgel visszamértük. A legfontosabb eredményeket a 2. táblázatban foglaltuk össze. A két-két kísérleti motornál kapott kopások átlagát tüntettük fel, mivel az egyes értékek között lényeges eltérés nem volt.

A kopástechnikai vizsgálat eredményei szerint:

- A dugattyúknál kapott kopásértékek megfelelnek a 10 000 km lefutása után várható értékeknek.
- A különböző helyeken mért hengerkopás értékek

| Motor típusa | P-10H | P-20 |
|-------------------------------|-------|--------|
| Maximális dugattyú kopás (mm) | 0,05 | 0,03 |
| Maximális henger kopás (mm) | 0,02 | 0,016 |
| Átlagos henger kopás (mm) | 0,009 | 0,007 |
| Dugattyúgyűrűk kopása | | |
| véghézag növekedés (mm) felső | 0,20 | 0,175 |
| alsó | 0,25 | 0,16 |
| súlyvesztés (mg) felső | 80,3 | 47,2 |
| alsó | 72,9 | 38,1 |
| súlyvesztés (%) felső | 0,84 | 0,94 |
| alsó | 0,77 | 0,76 |
| Csapszeg kopás (mm) | 0,017 | 0,012 |
| súlyvesztés (mg) | 107,3 | 70,000 |
| (%) | 0,021 | 0,021 |
| Csapszegpersely kopás (mm) | 0,08 | 0,04 |
| Dugattyúszem furat kopás (mm) | 0,01 | 0,015 |

mindegyik motornál közel azonos átlagos hengerkopást eredményeztek. A maximális hengerkopások mértéke is hasonló volt. A kapott értékek a Motorkerékpárgyárnál régebben végzett futópróbák eredményeinél (0,05 mm) lényegesen kedvezőbbek, s ez gyakorlatilag a motorok élettartamának növekedését jelenti.

- A dugattyúgyűrűk kopása méret- és súlyváltozásuk alapján ugyancsak kedvezően alakult.
- A csapszeg kopása megfelelt a várható értékeknek.
- A csapszegperselyek kopása P-10-eseknél még éppen megfelelő, a P-20-asoknál kedvező volt. Egyébként a csapszegpersely a kopás szempontjából egyik legveszélyeztetettebb alkatrész; 0,1 mm-es kopás mellett már erős csörgés jelentkezik.
- A főtengelygörgőzés állapota — mindegyik motornál — a 10 000 km lefutása után is kifogástalan volt.

Kopástechnikai vizsgálataink kedvező eredményei alapján megállapíthatjuk: az új AROL-2T motorolaj kedvező kopáscsökkentő hatása érvényesült, s mechanikai károsodás nélkül lehetséges az 1:33 keverék használata.

3.4. A lerakódás vizsgálata

A motorolajok üzemi alkalmasságának elbírálásánál lényeges, hogy az olaj milyen mértékben képes csökkenteni a lakk, korom vagy koks formájában történő lerakódásokat, illetve az ezek következményeként előálló gyűrűbeszorulást, esetleg dugattyú-besülést, felömlő és kipufogónylások, kipufogódob eltömődését, főtengely, égéster lerakódásokat stb. és az ezek által okozott karbantartási és javítási munkákat.

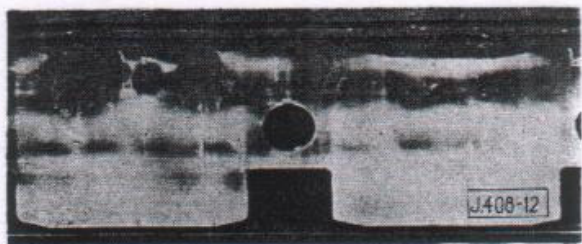
A lerakódás értékelés szempontjait a kétütemű motorolajokkal szemben támasztott követelmények alapján az adott motortípusoknak megfelelően határoztuk meg. A lerakódás vizsgálat eredményeit a 3. táblázatban foglaltuk össze. Itt is a két-két kísérleti motornál kapott eredmények átlagát tüntettük fel, mivel az egyes értékek között lényeges eltérés nem volt. A táblázatban a lerakódási értékszám maximuma: 10. Ez az értékszám a lerakódásmentességet jelenti.

A lerakódás-vizsgálat eredményei

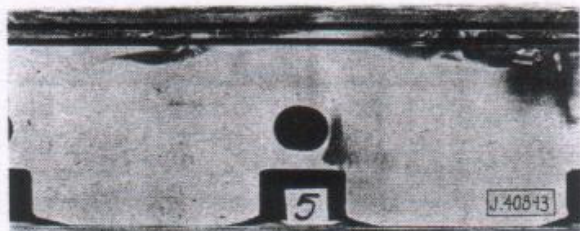
| Motor típusa | P-10H | P-20 |
|---|---------------------|----------|
| Értékelt tényező | Értékszám (max. 10) | |
| Dugattyúgyűrűk állapota | 10 (szabadok) | 10 |
| Gyűrűzóna lerakódása (hornyok, gát) | 1,3 | 2,4 |
| Dugattyúszoknya külső lakk- lerakódása | 8,95 | 9,5 |
| Dugattyúszoknya belseje | 10 (tisztá) | 10 |
| Korona belseje | 9 | 9,25 |
| Kipufogónyílás eltömődése | 9,9 | 10 |
| Felömlőcsatornák eltömődése | 10 (tisztá) | 10 |
| Égéstér lerakódás (mg) | 4160 | 4380 |
| (mg/100 l keverék) | 815 | 775 |
| Gyertyazárlatok száma (db) | nem volt | nem volt |
| Forgattyúház és főtengely lerakódása | 10 (tisztá) | 10 |
| Kipufogódob betét lerakódása | 60% koksos lakk | |

Az egyes értékelési szempontokat sorba véve megállapíthattuk:

- A dugattyúgyűrűk nem szorultak be a horonyba, állapotuk jó volt.
- A dugattyúpalástokon csak minimális lerakódás keletkezett. A 12. ábrát az összehasonlíthatóság érdekében mutatjuk be. A 13. és 14. ábrákon levő fényképek jól mutatják, hogy a lehetséges maximális igénybevétel ellenére a dugattyúk palástján olaj okozta lerakódás csak minimális mértékben keletkezett.

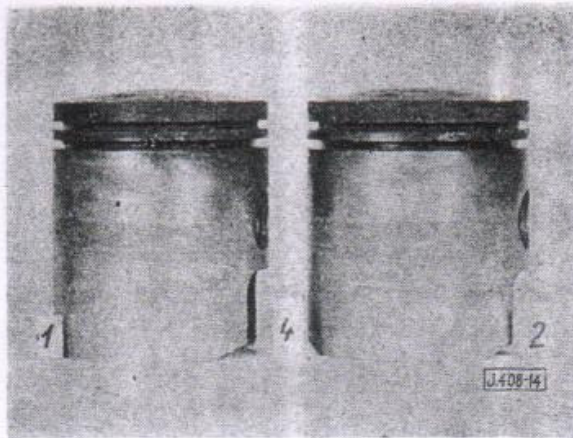


12. ábra. Nem megfelelő minőségi szintű, olajjal 10 000 km-t üzemelt P-10 motorkerékpár dugattyúja



13. ábra. Új AROL-2T olajjal, 1:33 keverékkel futott P-10H motorunk dugattyúja 10 000 km után

- A felömlőcsatornák teljesen tiszták voltak, a kipufogónyílásokban csak minimális, teljesítményvesztéséget nem okozó lerakódás keletkezett.
- Az égéstérben a lerakódás normális volt, öngyulladás nem okozott, könnyen el lehetett távolítani.



14. ábra. Az egyik új AROL-2T olajjal, 1:33 keverékkel futott P-20 motorunk dugattyúja 10 000 km után

- Gyertyazárlat, beszakállásodás egyik motornál sem fordult elő. Tisztítás nélkül bírták ki a próbát.
- A forgattyúház és főtengely mindegyik motornál teljesen tiszta és hibamentes volt.
- A kipufogódob-betéteken minimális és könnyen eltávolítható, fojtást nem okozó lerakódást találtunk (15. ábra). Egyébként 1:20 és 1:25 keverék használatánál a betéteken már néhány ezer km után az áteresztő furatok eltömődnek, fojtás keletkezik s a motor teljesítménye erősen csökken.

A lerakódás-vizsgálat eredményei bizonyították, hogy az új AROL-2T olaj a P-10H és P-20 motorok olajminőség igényének megfelelt.

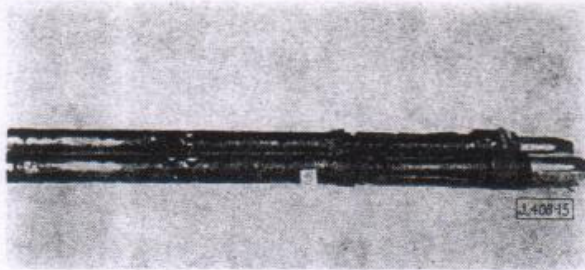
4. A kísérlet eredményeinek összefoglalása

Pannónia motorkerékpárokkal végzett kenéstechnikai futópróba-kísérleteink során a következő megállapításokat tettük és az alábbi eredményeket értük el:

1. Az új AROL-2T motorolaj a P-10H és P-20 típusú motorok olajminőség igényének megfelel, kedvező kopáscsökkentő hatása érvényesült.
2. Az 1:33 keverékkel üzemelt kísérleti motoroknál kenéstechnikai rendellenesség nem mutatkozott. Olaj, illetve kenés által okozott üzembiztonságot csökkentő motorhiba nem történt.
3. Motorikus és mechanikai károsodás nélkül lehetséges az 1:33 arányú olaj-benzin keverék használata.
4. A keverési arány 1:25-ről 1:33-ra történt változtatása:

- a motorok hőállapotát gyakorlatilag nem befolyásolta,
- a henger-dugattyúzajra nem volt hatással,
- a kopások mértékét nem növelte,
- a fogyasztási és menetdinamikai tulajdonságokat kismértékben kedvezően befolyásolta,
- az égéstér, gyertya és kipufogóvezetékek lerakódásait jelentékeny fokban mérsékelte,
- a motorok kipufogó füstölését nagymértékben csökkentette.

Kutatási munkánk eredménye alapján javasoltuk a Csepeli Motorkerékpárgyárnak: a P-10H és P-20 motor-



15. ábra. Az egyik 1:33 keverékkel futott P-10H motorunk kipufogódob betétesövei 10 000 km után

kerékpároknál bejáratás alatt 1:25, utána 1:33 keverék alkalmazását. Azt azonban a Motorkerékpárgyárnak kell eldöntenie, hogy az átállást a 2—2 motorral végzett kísérlet alapján vállalja, vagy szélesebb területen további megfigyeléseket végez az átállás előtt.

A P-10H és P-20 motoroknál az új AROL-2T két-ütemű olaj használata mellett a keverési arány 1:25-ről 1:33-ra történő változtatása a népgazdaság, a Motorkerékpárgyár és a vevőközönség számára a következő közvetlen előnyökkel jár:

1. 25%-kal csökken a motorok olajfogyasztása, ennek megfelelően csökken a motorok üzemeltetési költsége.
2. A hengerkopás mértéke csökken, s ez a gyártmány élettartamának növekedését eredményezi.
3. A motorok minőségét, használati értékét nagymértékben javítja a kötelező karbantartási és átvizsgálási műveletek csökkenése:
 - a dugattyúgyűrűk megvizsgálása, esetleg cseréje, így motorbontás csak 10 000 km-nél szükséges,
 - a kipufogóberendezés és a henger teljes kikörmözését is csak 10 000 km-nél kell elvégezni.
 - a bejáratás és a porlasztók finombeállítás után a gyújtógyertyát csak 4000 kilométerenként kell ellenőrizni és 10 000 km üzemelés után kicserélni,
 - a hangtompítódob betétsövének tisztítása 5000 kilométerenként elegendő.
4. A motorok füstölése nagymértékben csökken, s mivel egy üzemelő motor füstszintje értékes minőségi jellemző is, ezáltal a motorok használati értéke emelkedik.

5. A motorok által a levegő olajfüst szennyezése csökken.

Tanulmányunkban egy gyakorlati probléma vizsgálatának során mutattuk be a kenéstechnikai határigénybevétel fogalmát és fontosságát. Megállapítottuk, hogy a P-10H és P-20 típusú Pannónia motorkerékpárok 1:33-as olaj-benzin keverékkel a kenéstechnikai igénybevételi határ túllépése nélkül üzemeltethetők. Annak ellenére, hogy kísérleteink volumenét és mélységét a rendelkezésre álló anyagi lehetőségek erősen korlátozták, reméljük, az elvégzett kísérlet a kapott eredmények mellett tájékoztatást ad hasonló kutatómunkák elvégzéséhez, s munkánk eredményeként — ha a motorokat gyártó cég is előírja — a következő években egyre több Pannónia motorkerékpár fog 1:33 keverékkel közlekedni.

I R O D A L O M

- [1] *Fernezelyi F.*: Motorolajaink adalékolása és minősége. Autóközlekedés. 1968. 8. szám.
- [2] *Küchler*: Theoretische und Praktische Untersuchungen zur Bestimmung der Grenzleistung eines Vorkammer Diesel-motors mit Abgas-turboaufladung. Cimac Kolloquium. Wiesbaden. 1959.
- [3] *Fülöp Z.*: Diesel-motorok határteljesítménye. BME, Tudományos Ülésszak, 1967. november. (Előadás)
- [4] *Freund—Zalai*: Motorüzemanyagok vizsgálata és tulajdonságai. MTA Kémiai Tudományok Osztályának Közleményei, 23. kötet 1. szám. 1965.
- [5] *Zalai—Pallay*: Diesel-motorok követelményei a kenőolaj minőségével szemben. Diesel-motor Konferencia, Budapest, 1965. (Előadás)
- [6] *Fernezelyi F.*: Motorolajok kenéstechnikai minősítése fékpadi kísérletekkel. Járművek, Mezőgazdasági Gépek. 1967. 2. szám.
- [7] *Schilling A.*: Les huiles pour moteurs et le graissage des moteurs. Éditions Technip. 1962. Paris.
- [8] *Zalai—Lehner*: Trabant motoron végzett kísérletek. MÁFKI, Kutatási jelentés. Budapest, 1966.
- [9] *Fernezelyi F.*: Hazai és külföldi kétütemű Otto-motor olajadalék hatékonyságának futópróba kipróbálása. MÁFKI, Kutatási jelentés. Budapest, 1967.
- [10] *Fernezelyi F.*: P-10H motorkerékpárok kenéstechnikai üzemeltetési futópróbája. MÁFKI, Kutatási jelentés. Budapest, 1968.
- [11] *Fernezelyi F.*: P-20 motorkerékpárok kenéstechnikai üzemeltetési futópróbája. Csepeli Motorkerékpárgyár, Kutatási jelentés. Budapest. 1968.
- [12] *Fischer K.*: Zündkerzen im Licht der Rationalisierung Kraftfahrzeugtechnik. 1968. 8.