



Dr. Sárvári József gépészeti - és gépjármű-szakértői esettanulmányainak tartalomjegyzéke.

1. Hogyan lehet az úttestre borítani egy pótkocsirakomány Sárosi sört?
2. A túlterhelt utánfutó gyilkos lett, a tehénnel együtt történt felborulása után.
3. Kis csigakerék tengelyek gyártásakor keletkezett repedések okának kiderítése.
4. A benzinpumpa vész egyik áldozatának vizsgálata.
5. Volvo motor nyugvócsapjai, javítás utáni beégésének oka.
6. Ford Mondeo tengelykapcsoló 3100 km alatti tönkremenetelének oka.
7. Amikor a szakértő nem tudott állást foglalni az „elrepült” Skoda tengelytörésének okáról.
8. Autók elektromotoros AC pumpái tömeges tönkremenetelének okáról (benzinpumpa vész).
9. Óriási Vaukesha gázmotor vezérmű fogaskerekei többszöri tönkremenetelének oka.
10. Vontatott rendszóró tengelye eltörésének oka.
11. Alumínium hengerű Briggs motor javítás utáni gyors tönkremenetelének oka.
12. A túl precíz, de nem gondolkodó autójavító esete a túl vastag papír tömítéssel.
13. Fiat autó motorja tönkremenetele a Tátrában, egy nagyon hideg hajnalon.
14. 16 db szelep és szelepvezetők tönkremenetele a vezérmű- fogasszív kereke csavarjának kicsi meghúzási nyomatéka, a vezérlés „megbomlása” miatt.
15. A szelepszár kifáradásának gyakori oka dizel motoroknál.
16. Kis úthenger Farimann diesel motorja tönkremenetelének oka.
17. Skoda motor tönkremenetele fordítva beszerelt támcsapágy miatt.
18. Wartburg túráztatása közben szétrepült lendkerék törése okának keresése.
19. ZUK dugattyúcsapszeg kifáradásos törése és az ezzel járó többi kár.
20. Excentersajtó által okozott csonkolások oka.
21. Lada alsó lengőkar törése.
22. UAZ réz fékcső kopásának és törésének oka.
23. ZIL hegesztett hátulsó tengely ridegtörése oka.
24. MTZ főtengely ellensúlya lerepülésének oka. Tanító írások a csavarok kifáradásáról.
25. „Saláta”esettanulmányok. Rövidebben tárgyalt, egyszerűbb esetek.
26. Diesel motor összes csapágya ötszöri tönkremenetelének oka.
27. Trabant alváztabla eredetiségének vizsgálata.
28. KAMAZ hengerperselyek (5 db.!) pereme beépítéskor bekövetkezett letörésének oka.
29. Kerékpár csapágyazott kormánycsöve törésének oka.
30. 6 hengeres turbodiesel motor nyugvócsapágypai egymás után kétszeri berágódásának és túlhevülésének oka.
31. Selejt elhárítás csavargyártásban.
32. A csavargyáriak esete a lágyacél alátéttel, amely forgácsolta az edzett belövöszeget.
33. A hengerzárak működéséről.
34. Utolsónak még néhány jelenségről, amelyekkel találkoztam. Egészen röviden.

Kedves Ismerősök, volt Tanítványok és minden Érdeklődő!

A közeljövőben elkezdve, gépészeti- és gépjármű szakértői esettanulmányokat tesztek közzé itt az idővonalamon, aktív korom 23 éve (1980 - 2003) alatt készített igazságügyi szakértői véleményeim legérdekesebb eseteiből, a leírásokat fényképekkel szemléltetve. Azért, hogy tudják/tudjátok milyen életút előzte meg szakértői tevékenységem, írok pár mondatot magamról: Gépész és kovácsmester családjába születtem 1939-ben. Itt lentebb apám gőzgéppel hajtott cséplőgépe (mellette apám és a fűtő) látható, amelynek gőzgépét 13 évesen, egy nyáron át én fűtöttem, akkor már szénnel, tehát hamar kezdtem a műszaki dolgokkal való ismerkedést. A kovácsműhelyben is dolgoztam apámmal, sőt engedte, hogy önállóan is kovácsoljak. A debreceni Mechwart András Gépipari Technikumban tanultam tovább, ahol a szakma elméleti és gyakorlati vonatkozásaiból is kiváló képzést kaptunk. A miskolci Nehézipari Műszaki Egyetem Gépészmérnöki Karán folytattam, ahol 1962-es végzésem után tanársegédi állást kaptam a Mechanikai-Technológiai Tanszékre. Egyetemista koromban minden nyári szünetben a Biharkeresztesi Állami Mezőgazdasági Gépállomáson dolgoztam esztergályos és motorszerelő beosztásban. Sokat tanultam ott az erőgépekről, ott dolgozó testvérbátyám is sokat segített az ismeretszerzésben. A tanszék, elsősorban Dr Zorkóczy Béla tanszékvezető professzor országos jó hírének köszönhetően, sok ipari megbízásáról (igazi, gyakran kutatási jellegű gyakorlati feladatairól) volt híres, amelyekben dolgozva sok tapasztalatot szerezhettünk. 1972-ben vettem egy 13 éves, CA 0501 rendszámú 900 köbcentis Wartburgot, aminek kiváló javítási utasítását tanulmányozva, amit javítgatva (hengerét fúrva rozsdásodás miatt lyukas karosszériáját hegesztve stb) gépgyártómérnöki képzésem után szereztem további gépjárműves ismereteket. 1979-ben a Kohó és Gépipari Minisztériumtól hivatásos gépészeti szakértői engedélyt kértem és kaptam. Ezt követően elhatároztam, hogy gépjármű szakértő is akarok lenni. Jelentkeztem, megkaptam a beszélgetés (valójában írásbeli és szóbeli vizsga) témáit, sokat tanultam a BME gépjárműves tankönyveiből és 1980-ban sikeresen levizsgáztam (a 4 vizsgázóból hárman megbuktak). 23 éven át dolgoztam iü. gépészeti és gépjármű szakértőként főként a gépszerkezettan és az anyagtudomány határterületére eső esetekben. Az ekkor készült munkáimból tesztek közé itt a közeljövőben esettanulmányokat, amihez jó szórakozást, a fiataloknak jó tanulást is kívánok.



Gépek meghibásodási okát kereső szakértői vizsgálatok általános módszerei és néhány konkrét eredménye

Dr. Sárvári József*

Az a tapasztalathalmaz, amiről itt beszámolok, az elmúlt bő 30 évben készített, hozzávetőleg 200 db olyan szakértői vélemény kimunkálása közben gyűlt össze, amelyek célja gépek, illetve gépjárművek meghibásodási okának megállapítása volt.

I. A műszaki hiba - nem műszaki hiba kérdésről

Gépjárművek balesete után gyakori kérdés az, hogy a balesetet műszaki hiba, vagy vezetéstechnikai hiba okozta-e és, hogy a műszaki hibát - ha volt ilyen - a vezető a baleset előtt észlelhette-e.

Mivel előre nem észlelhető műszaki hiba esetén a vezetőt felelősség nem terheli a balesetért, a vezetők gyakran mondják a rendőrségnek jegyzőkönyvbe azt, hogy szerintük műszaki hiba okozta a balesetet. A rendőrség által kirendelt igazságügyi műszaki szakértő feladata eldönteni azt, hogy ez megfelel-e a valóságnak.

A biztonságos közlekedés szempontjából fontos gépjármű alkatrész törésével járó 22 db vizsgált baleset okának megoszlása az alábbi:

- A baleset oka az alkatrésztörés (tehát műszaki hiba): 15 esetben (68%).
- A balesetnek nem oka, hanem következménye az alkatrésztörés: 6 eset (27%). Ez mind szívós törés volt.
- Nem lehet eldönteni: 1 eset (5%). A korábban eltört és rosszul visszahegesztett elem ismételt törése, ami történhetett a baleset előtt és az ütközés következtében is.

A balesetet okozott műszaki hibák okainak megoszlása az alábbi:

- Szerelési hiba: 53%. (Ezek 63%-a fáradt törés.)
- Üzemeltetési hiba: 13%. (Ezek 100%-a fáradt törés.)
- Gyártási hibás alkatrész: 13%. (Ezek 50%-a fáradt törés, 50%-a rideg törés.)
- Hibás javító hegesztés: 13%.
- A megengedett kopás (féktárcsa) túllépése: 7%.

II. A garanciális, illetve a szavatossági hibákról

A forgalomba hozott árukért a gyártót, vagy a forgalmazót, a javításokért a javítót garanciális kötelezettség terheli. A garancia időtartam gépjárműveknél általában 1 év, a javítások után pedig a javi-

tás költségétől függő, rendeletben szabályozott idő. A gyártót, illetve a forgalmazót ezen túl szavatossági kötelezettség is terheli. Ennek ideje általában 3 év.

Szavatossági hibának nevezünk az olyan bizonyíthatóan gyártási eredetű hibát, amely a garanciális időn túl, de a szavatossági idő lejáratáig a berendezés meghibásodását okozza.

Az ilyen vitás ügyekben a tulajdonos bízta meg, illetve a polgári peres eljárásban a bíróság rendeli ki a szakértőt a hiba okának megállapítására.

Az általam vizsgált 23 db ilyen eset megoszlása az alábbi:

- a) 1 évnél fiatalabb 2 db vizsgált jármű meghibásodási oka garanciális hiba (100%)
- b) 3 éves, illetve fiatalabb 10 db vizsgált járműből
 - 9 db meghibásodási oka szavatossági hiba (90%)
 - 1 db meghibásodási oka üzemeltetési hiba (10%)
- c) 16 db javítás után, garanciális időben meghibásodott járműből
 - 13 db meghibásodási oka javítási hiba (81%) (Ebből 1 db nem a kártérítésre felszólított cég hibája, hanem az előző javítóé)
 - 3 db meghibásodás oka nem javítási hiba

Az előzőekből az egyik üzemeltetési hiba, a másik a tulajdonos által elkészített alkatrész hibája, a harmadik üzletben vásárolt hőkezelési hibás (rideg) lengővilla tengelyek törésének következménye. A hibás lengővilla tengelyeket írásbeli jelzésemre a Közlekedési Felügyelet kivonta a forgalomból.

III. A meghibásodás okát kereső vizsgálatok módszereiről

1. Az igazságügyi szakértőt a rendőrség és a bíróság általában írásbeli végzéssel rendeli ki. A kirendelő végzés tartalmazza az előzményeket a szakértő által vizsgálható tárgyakat és a szakértőnek feltett kérdéseket. Ehhez általában mellékelik az ügy összes iratát is.

Magánember, illetve vállalati képviselő szóban adott megbízása esetén a szakértő az elmondottakat és a kérdéseket feljegyzi, a

*egyetemi adjunktus, főtanácsos, igazságügy műszaki szakértő, Miskolci Egyetem, Mechanikai Technológiai Tanszék

dokumentumok másolatát elkéri. A szakértői tevékenység első lépése az ügyiratok tanulmányozása a műszakilag fontos dokumentumok, tanúvallomások, esetleg előző szakértői vélemény megállapításainak feljegyzése, az ezekben szereplő történések időrendben való kigyűjtése.

2. A szakértői vizsgálatokat, ha mód van rá, mindig az egész berendezés, vagy részegység vizsgálatával kell kezdeni.

Ezen szabad szemmel végzett vizsgálatkor a szakértőnek ismernie kell a berendezés működését, alkatrészeinek szokásos gyártási eljárásait, valamint beállítási adatait és igénybevételeit.

Ha a szakértőnek olyan berendezés vizsgálatát kell elvégeznie, amit nem ismer részleteiben, erre fel kell készülnie. E felkészüléshez a gépkönyv, illetve a kezelési és javítási utasítás ajánlható. Jó ha e dokumentum a vizsgálatkor kéznél van u.i. a beállítási adatok, a gyártási méretek és a megengedett kopások ellenőrizhetőek.

3. A berendezések makroszkópos vizsgálata során ellenőrizzük annak beállítási adatait (motoroknál például a szelepezérlés beállítását), majd a szükséges mértékű szétszerelés után fel kell jegyezni és fényképezéssel dokumentálni kell az alkatrészek kialakult rendellenes elváltozásokat, töréseket, berágódásokat, rendellenes kopási, beverődési nyomokat, túlmelegedési nyomokat, és egyéb sérüléseket. Gyakran az illeszkedő alkatrészek méreteit mérve szerzünk információt a hibás vagy helyes javításra, illetve a kopás mértékére.

A szakértő feladata a meghibásodás okának feltárása. Ehhez a meghibásodás időbeli lefolyásának (történetének) megállapítása szükséges. Alkatrésztöréses esetekben a törési felületet vizsgálva megállapítjuk a törés jellegét. Ha ez a helyszínen nem sikerül, mikroszkópos vizsgálatot végzünk.

- Ha a törést jelentős mértékű fáradásos repedéseképződés előzte meg, szinte biztos, hogy ezen alkatrész törése indította a meghibásodást.
- Ha a törést maradékalakváltozás előzte meg s a törési felület szemcsés, a szívós törésre jellemző, az alkatrész túlterhelődött, vagy azért mert az előírtnál kisebb szilárdságú, vagy azért mert a terhelés nagy volt. A szívósan tört gyári alkatrészek törésének oka általában más hiba (pl.: kormánygömbcsapszegnél ütközés, hajtórúdnál a dugattyú berágódásának) következménye.

- Rideg anyagok (pl.: öntöttvas) törése mindig rideg. Ha előírás szerint szívós anyagú alkatrész, törik ridegen, akkor ezt anyagmegválasztási, vagy hőkezelési hiba (pl.: nemesített helyett edzett lengővillatengely) vagy ha hegesztett az alkatrész hegesztési hiba (pl.: beedződés) okozhatja. Bevált konstrukciók, sorozatban gyártott gépek, gépjárművek egymáson elcsúszó alkatrészeinél berágódást a kenés hiánya szokott okozni.

Motoroknál, ha elfogy, vagy megdermed a motorolaj, ha megszűnik az olajszivattyú hajtása, vagy elszakad a szűrő csavarja, a forgattyúcsapágycsavarok rágódnak be leg hamarabb, a fehérfém belésűek belése ki is olvad.

Hajtóműveknél az olaj elfogyása a gördülő csapágycsavarokon és az ível fogású kúpkerékeken okoz hamar túlhevülést és berágódást. Ahhoz, hogy a kenőanyag a kenési felületek közé kerülhessen résre, játékra van szükség. Siklócsapágycsavaroknál, dugattyú-henger illesztéseknél az előírtnál kisebb játék, dugattyú-henger esetén helyes illesztési rés esetén, a hűtőfolyadék hiánya (a dugattyú hengerénél nagyobb hőtágulása miatt) berágódást szokott okozni.

4. A meghibásodás okának feltárásához általában anyagvizsgálatra is szükség van.

Leggyakrabban mint olcsó és gyors módszert a keménységmérést (HV) alkalmazzuk. Ezzel a durva anyagmegválasztási és hőkezelési hibák észlelhetők, s az anyag szilárdsága is becsülhető.

Ha anyagszerkezeti hiba szóba jöhet, mikroszkópos vizsgálatokat is végez a szakértő. A kimunkálódó mikrosziszolát helyének és irányának kijelölése gyakran nagyon lényeges. E vizsgálatnál a durva alapanyag elcsúszási hibák, a hőkezelési hibák, az alakítástechnológiai hibák és a hegesztési hibák kimutathatóak.

Nincs arra lehetőség, hogy a szövetszerkezet mikroszkópos vizsgálatával feltárható összes hibát felsoroljuk, ezért csak néhány esetet ismertettek:

- Wartburg motor lendítőkereke nagy fordulatszámú darabokra tört és szétrepült, mert szövetszerkezetében rideg hálós ledeburit volt.
- Wartburg tégöngös hajtórúd csapszegfuratának felülete kifáradt (pittingesedett) mert a kéregedett, részben lágy, kifáradásra veszélyes masszív ferrit volt.

- MTZ traktor főtengely ellensúlyt rögzítő csavarja elfáradt, mert a menethengerek helytelen beállítása miatt, menettövében ráhengerlés (anyag-gyűrődés) keletkezett.
- ZIL katonai tehergépkocsi hátsó hídjának csöve eltört, amikor egy személygépkocsi hátulról a kerekének (gumi a gumihoz) ütközött. Ezt a rideg törést a hegesztés hőhatásövezetében az előmelegítés nélküli hegesztés miatt keletkezett martenzites zóna és repedés okozta, amiben közrejátszott a hideg idő is.

Az anyagvizsgálatok nem olcsó műveletek, ezért ezek megtervezésénél a szakértő tapasztalatai fontosak. (Nevettünk azon a nem tanszéki kollégán, aki egy kifáradással eltört motorhajtórúdról makroröntgen felvételt készítettett).

5. A szakértő - úgy mint a nyomozók - gyakran arra kényszerül, hogy a meghibásodás történetének, s ezen keresztül okának megállapítására verziókkal dolgozzon. Ekkor összeállítja a meghibásodás elvileg elképzelhető összes történetét, majd ezek körüli elveti azokat, amelyek valamely észleléssel, illetve a számításokkal nem összeférhetők. Ha a végén csak egy verzió marad, amely minden észleléssel és számítással összeférhető, s erre a bizonyítékokat is dokumentálta a szakértő, megírhatja szakvéleményét.
6. A szakértőnek a szakvéleményében nem kell minden feltehető kérdésre válaszolnia, csak azokra amelyek az úgy szempontjából fontosak. Utóbbiakra azonban akkor is válaszolnia kell, ha a kirendelő hatóság nem kérdezte. Ha az észlelt rendellenesség komoly károkat, vagy baleseteket okozhat, azt jelteni kell (szignalizációs kötelesség) az illetékes hatóságnak (rendőrség, ügyészség, járműfelügyelet) azért, hogy ezek bekövetkezését intézkedésével megakadályozza. Például alkatrészboltban vásárolt, kisiparos által gyártott rideg, már a meghúzásakor elszakadó lengővilla tengely vizsgálatakor elég egy keménységmérés, amely bizonyítja az anvaq rideg állapotát. Itt nem kell azt vizsgálni, hogy helytelen anyagmegválasztás, vagy helytelen hőkezelés a ridegség oka. Intézkedni kell e termék további forgalmazásának megakadályozására.

IV. Néhány esetről röviden

1. Az 1. képen látható darab egy ARO kisteherautó hajtórúdjának kifáradással eltört része. A hiba oka az, hogy a csapszeg olajozó furata igen érdes (életlen fúró) és ferde, annak felső

része nem a hajlítási semleges réteg helyén van. A gépkocsi 13 hónapos volt, így ez szavatossági hiba. Üzemeltetési hiba ilyen törést nem okozhat.

2. A 2. kép egy Moszkvics személygépkocsi törött kormányösszekötő rúdját mutatja. Ez az ennél alaposabban is vizsgált törés szívs, így a törés a baleset (az ütközés) következménye, tehát nem műszaki hiba.
3. Gépek, gépjárművek meghibásodásának gyakran oka a csavarok nem megfelelő meghúzása.

A csavarok előírás szerintinél kisebb nyomatékkal való meghúzása az u.n. erőzáró (feszített) kötések meglazulásával jár, amely gyakran súlyos hibát okoz.

Több fogozott szíjjal hajtott vezérműtengelyű motornál a főtengely és fogozott szíj tárcsája között erőzáró kötés viszi át a nyomatékot. Az itteni retesz-szerű elem, csak tájolóelem, amely ha a csavar laza, hamar kifárad. Az elmúlt években két ilyen meghibásodással találkoztam. Az egyik esetben a VW motor vezértengelye tört el, a másik esetben az Opel Kadett 16 db szelepe hajlott ki, minden szelepvezető hűvelye eltört és dugattyút is cserélni kellett. Ha a személygépkocsik keréktárcsa csavarjait, amelyek mindkét oldalon jobb menetűek, nem húzzák meg eléggé, a baloldali keréktárcsa csavarjai menet közben (a relatív mozgás miatt) kifelé csavarodnak, így ha a vezető nem ismeri fel a rendellenes hangot, a bal oldali karék le is eshet. 3 db ilyen esettel találkoztam. A nehéz járművek bal oldali kerékcavarjai gyakran balmenetűek.

A csavarok túlhúzása is veszélyes. Az előírás ismerete, vagy nyomatékkulcs nélkül végzett szerelésnél, különösen a furatos áteresztő csavarok és a könnyűfém ötvözet hengerfejek károsodnak.

Áteresztő csavarral rögzített olajszűrő túlhúzott csavarja elszakadhat a szerelést követő üzemeléskor is, s ez a főtengely és csapágyazása tönkremenetelét okozza. A könnyűfém diesel hengerfejek gyakran megrepednek a porlasztó menetének túlhúzása miatt.

A csavarok előírt meghúzási nyomatékát a javítási utasítások tartalmazzák. Ha ez nem áll rendelkezésre, a szükséges meghúzási nyomatékot számítani tudjuk.

4. A mikroszkópos vizsgálatok alkalmasak arra is, hogy megállapítsuk (pl.: emberi szemből, illetve felvágottból kivett) fémdarabok eredetét. Az emberi szemből kivett fémdarab eróművi szénörlo malom páncélzatából származott. A baleset így üzemi balesetnek minősült. A felvágottból a szele-

teléskor kihullott fémdarabok a húsipari üzem hűsűrűlőjének eltört csigájából származtak. A fémmel szennyezett szálami rudakat mágneses eljárással válogattuk ki.

Az ilyen fémdarabok azonosítására ma már a mikroszondás vizsgálat jobb, korszerűbb módszer.

5. A diesel motorok érzékenyek a szeleplevezérlés helyes beállítására.

Ha a vezérlés beállítása helytelen, valamelyik (a szívós, vagy a kipufogó) szelep összevegyődhet a dugattyúval. Ez a beverődés pár száztól mintegy 1000 km megtétele után a szelepszár kifáradásos törését, a leesett szeleptányér pedig a dugattyú hengerhüvely és a hengerfej jelentős sérüléseit okozza.

A beverődések helye a dugattyúkon, a törés fáradt jellege pedig a vezetőhüvelyben maradó szelepszáron felismerhető. A 3. képen egy egyhengeres léghűtéses Farimann diesel kis üthenger motor szelepeinek kifáradással eltört (a törés és a vizsgálat között megrozsdásodott) szárát látjuk. A szeleptányér a dugattyút - mint az ék - széttörte. Széttört a léghűtéses henger majd a motorblokkból is kitért egy darab.

A hidraulikus szelephézag kiegyenlítővel ellátott motoroknál a szelepek szárának kiállása maximálva van. Ha az ilyen hengerfejeket (pl.: gátrepedés miatt) hegesztéssel javítják és ez után síkra munkálják, csak új, az eredetinel rövidebb szelepekkel szerelhetők. Akadnak javítók, akik nem ismerik az illető motor javítási utasítását, s a javított ilyen hengerfejet az eredeti szelepekkel szerelik. Ennek következménye olyan mint a vezérlés hibás beállításaé.

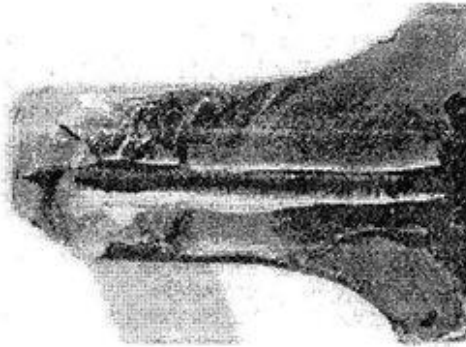
6. A hiba oka néha egészen váratlan dolog. Egy kőolajipari gépgyárban gyártott gázkompresszor dugattyúrúd, pár nap üzemelés után eltört. A törés oka az volt, hogy a C45 minőségű, lánggal kéregedett rudat, a kőszőrülés előtt (mert görbe volt) hegesztőgéppel folt alakban felhevítve, hővel egyengették. Ezt a makromaratás szépen kimutatta. A hőhatás-övezet zónái eltérően maródnak. Így látni lehet az A_{c1} -ig és az A_{c2} -ig hevült részek vonalát a felületen.

Egy felújított ARO motor erősen fogyasztotta az olajat. Napokig kerestem a hiba okát, amíg rájöttem, hogy a kartelgázvezetőt, amely az olajat a távozó gázból leválasztja, korábban szétvágták és fordítva összehegesztették. Így a motorolaj a szívócsőbe távozott és a motor elégette.

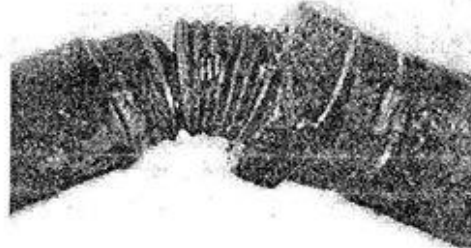
7. A barkácsolás is okoz meghibásodásokat. Egy vásári kőrhinta függőleges tartócsövét, amely a sokévi üzemelés során ívhosszának

felén teljes vastagságában kifáradással megrepedt, a repedés kimunkálása nélkül, kis teljesítményű áramforrással meghegesztették, majd a varratdudort leköszörülték. A gyökhibás vékony varrat hamar kifáradt, s ez 18 ember súlyos sérülését okozta.

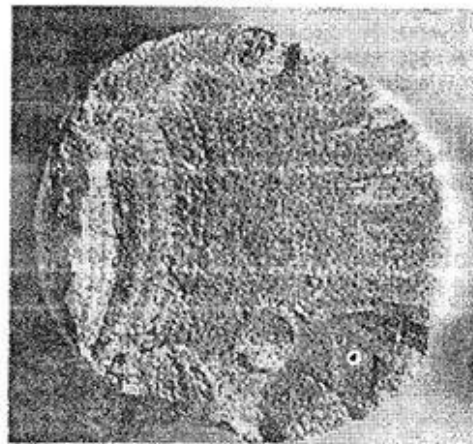
Kerékpár első villcső forrasztott kötése elfáradt. Ezt valaki ívhegesztéssel próbálta megjavítani, ami a sárgaréz forrasz miatt igen gyengére sikerült. Ez a tulajdonos fejére esését és halálát okozta.



1. ábra



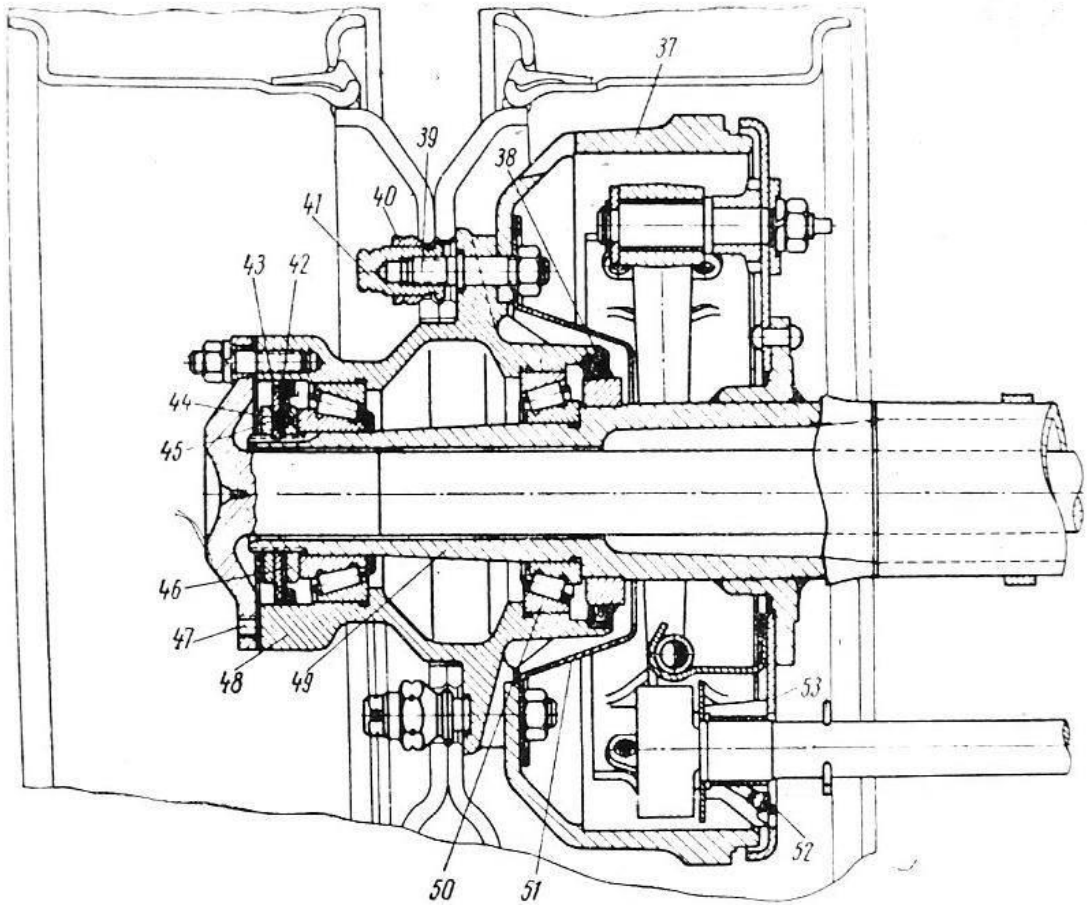
2. ábra

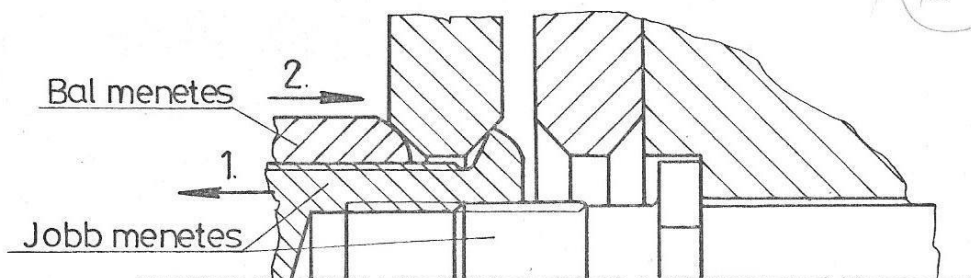
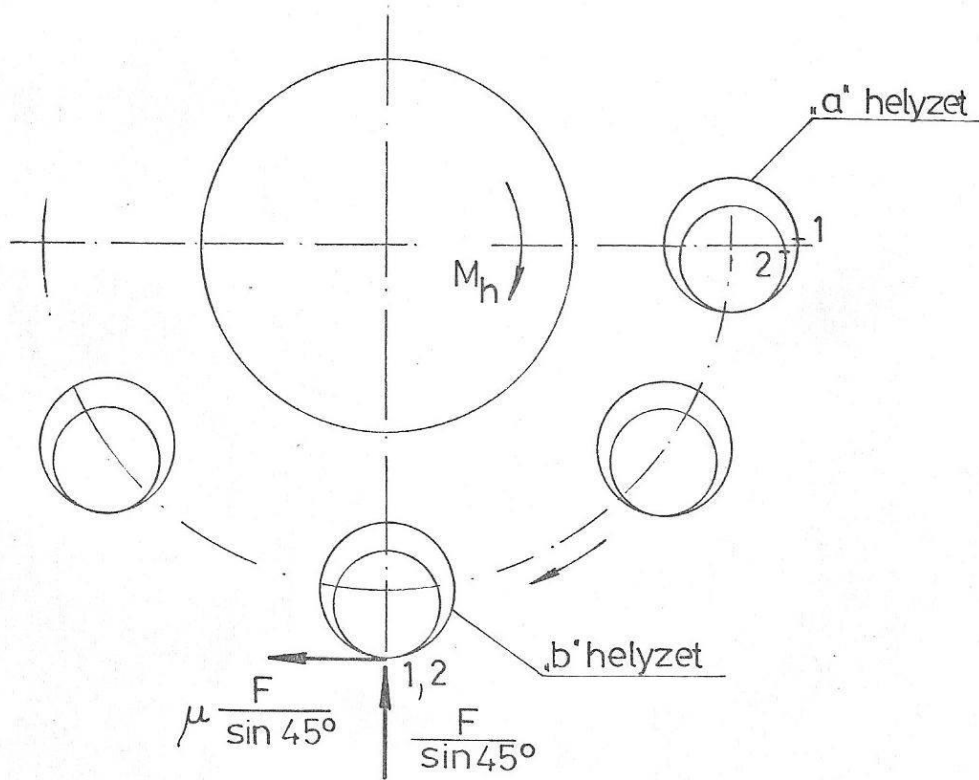


3. ábra

1. Esettanulmány

Hogyan lehet az úttestre borítani egy pótkocsirakomány Sárosi üveges sört?





Tekintsük a bal felső ábrát, amely a ZIL hátulsó hajtása, fékdobja, fékje és ikerkerekeinek a felfogása. Ennek alatta van az összeállítási rajzon 39 40 és 41 tételszámú kerékcsavar, haranganya és anya. A 39 jelű csavar a fékdobhoz van fogva, a haranganya a belső keréktárcsát szorítja a fékdobhoz, az anya a külső keréktárcsát szorítja a belsőhöz. Nehéz járművek bal oldali kerekeit több gyártó, a ZIL is, balmenetű csavarokkal fogja fel, mert, ha a csavarok meglazulnak, a bal oldali kerekek anyái, a jobb felső ábra tanulsága szerint lefele csavarodnak, akár le is eshetnek. Itt jegyzem meg, hogy személykocsinál, ahol csak jobbmenetű csavarokat használnak a bal oldali kerekek tudnak leesni, ha azokat nem húzták meg eléggé és rossz fülű a vezető. Én már 3 ilyen leesett bal oldali kereket láttam az út mellett, jobb oldalt egyet sem. Más szakértőtársak tapasztalata ugyan ilyen. A ZIL tulajdonosának nem volt elég balmenetű csavarja ezért úgy döntött, hogy a bal oldalra szereltet 2 db. balmenetű csavart a többi pedig jobbmenetű lesz, hogy le ne essenek a bal kerekek. Az egyik kerékszerelésnél a szerelő jobbmenetű haranganyára balmenetű anyát szerelt. Eléggé lágy lehetett a haranganya (amit hidegfolyatással gyártottak) a balos anya pedig elég kemény, hogy balra forgatással rá lehetett hajtani a jobbos haranganyára. Ugye mindenki tudja, hogy a balos csavarokat hegyes esztergakéssel végzett beszúrással jelölik. Nézzük a jobb oldali felülről második fotót, amin az anya balos a haranganya orsója jobbos. Aztán azt is nézzük meg az alatta lévő rajzon, hogy a balos anya felhajtása közben a jobbos haranganya kifelé jön és elhúzza a külső felnit a belsőtől. A kocsni vezető sofőr furcsa zajt hallott hátulról. Bement a műhelybe, ott próbálták húzni a csavarokon. megállapították, hogy a felnik nem lazák, de nem szerelték le azokat. Így kiengedték az autót a forgalomba. A balos anya felerőltetésével ellazított belső felni mozgott a helyén és elkoptatta a csavarokat. Így amikor már ezek keresztmetszete kicsi volt, elszakadtak leesett a bal hátulsó ikerkerék azon átment a pótkocsi, ami felborult és a pótkocsin lévő Sárosról hozott összes sör az úttesten kötött ki a miskolci Megyei Kórház előtt. Szerencsére más jármű nem volt a közelben, így más kár, sérülés nem keletkezett.

A külső felniben maradt elszakadt csavarok:



2. Esettanulmány

Igaz történet a túlterhelt gyilkos utánfutóról és az én szegényes fantáziámról (pihenésként, rajzok és fotók nélkül)

Egy ember személygépkocsi vonóhorgával vontatható utánfutót bérelt. Az utánfutóra a megengedett tömeg mintegy 2,5-szeresének megfelelő tömegű ócskavasat pakolt fel és vitte az ócskavas telepre eladni. Szikszón az utánfutó leakadt a vonóhorogról, felment a járdára és ott halálra gázolt egy gyalogost.

Jöttek a rendőrök, megmérették a rakomány tömegét, majd igazságügyi szakértőt rendeltek ki az utánfutó leakadása okának kiderítésére. A kirendelt szakértő szervezet, a Miskolci Igazságügyi Szakértői Iroda (MIMSZI), társszakértőnek kért fel a feladat megoldásához. Az utánfutónak a vonóhorogra kapcsolódó fejrésze deformált volt, ezért tudott leakadni, de azt hamar megállapítottam, hogy az a deformáció nem a rakomány túlsúlya következménye, hanem valami korábbi megfeszülés okozhatta. A megengedett csuklási szög korábbi túllépésére gondoltam, ami hirtelen nagyon meredekké váló úttestre felhajtás közben alakulhat ki. A MIMSZI mérnöke Pomázi Norbert szakértő, videokamerát szerelt az utánfutó vonórudjára, ami egy szögskála és mutató segítségével rögzítette az ócskavassal bejárt úton a csuklási szög változását. A szög mindenütt bőven kisebb volt a megengedettnél. Erre én: biztosan más utakon is jártak az utánfutóval, esetleg nem is az ócskavasasok, amikor a kapcsoló fej megsérült.

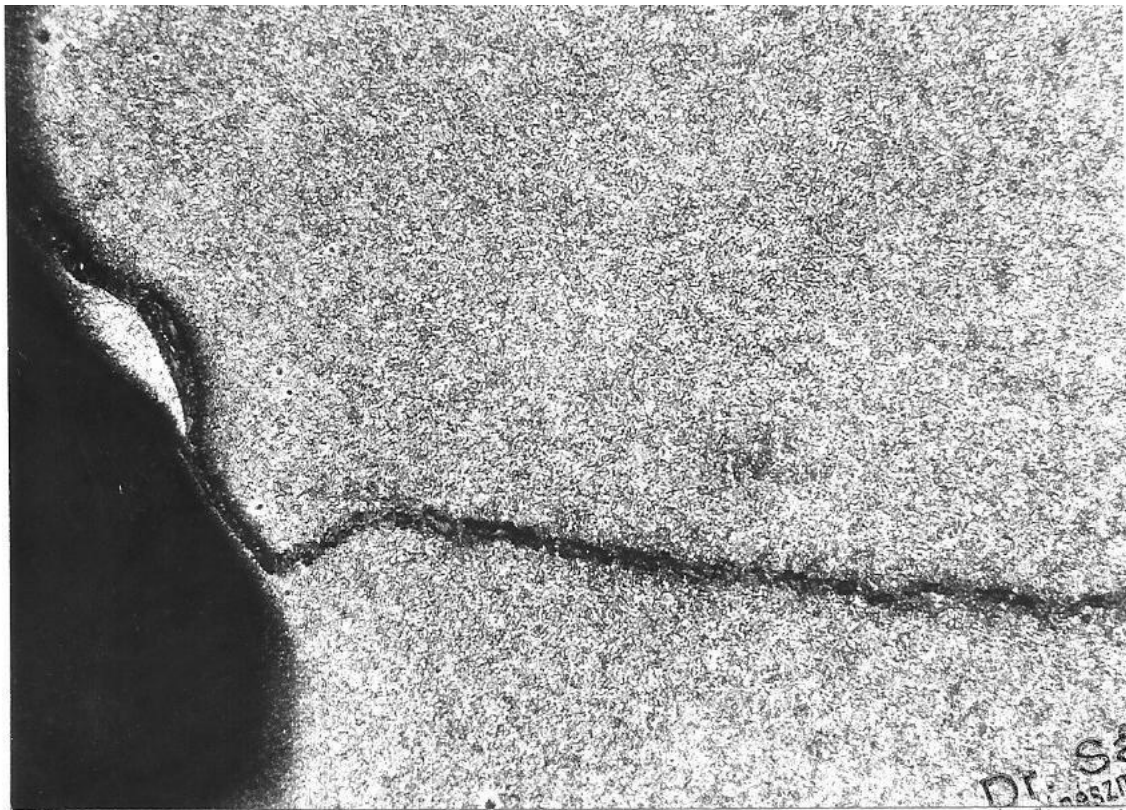
A bírósági tárgyalásra megidéztek rajtunk és az ócskavasason kívül egy másik embert is, aki a szóban forgó kölcsönző előtt kölcsönözte az utánfutót. Ő őszinte volt és elmondta, hogy egy tehenet vitt az utánfutón a vágóhídra és egy kanyarban oldalára borult az utánfutó a tehenel együtt (bizony az álló tehen súlypontja magasán van, ezért nem viseli a gyors kanyart). Ezt követően ő felállította az utánfutót, visszakapcsolta a vonóhorogra és elvitte a tehenet a vágóhídra, majd később visszaadta az utánfutót és hallgatott arról, hogy az felborult nála. A boruláskor következett be a kapcsolófej deformációja, aminek az okát kerestem. A tehenel való borulás lehetősége bizony fel sem merült a fejemben. Ekkor, ott a tárgyaláson bejelentettem, hogy igaznak tartom a tehenes bérlő előadását, elismerem a szakértői véleményemben lévő tévedést. Szakértői véleményemnek azt a megállapítását, hogy az utánfutó leakadását nem a túlterhelés okozta, fenntartom, a meredek útrészre való felhajtáskor bekövetkező befeszülésről írt részt visszavonom. Bizony az életben alkalmasint szokatlan dolgok is bekövetkeznek.

3. Esettanulmány

Repedt csigakerék tengelyek. Erre a munkára a bíróság rendelt ki. Nagyon ráfáztam erre, mert bírókból, ügyvédekből és az alperes által felkért szakértői intézetből is a nekem legrosszabbat fogtam ki.

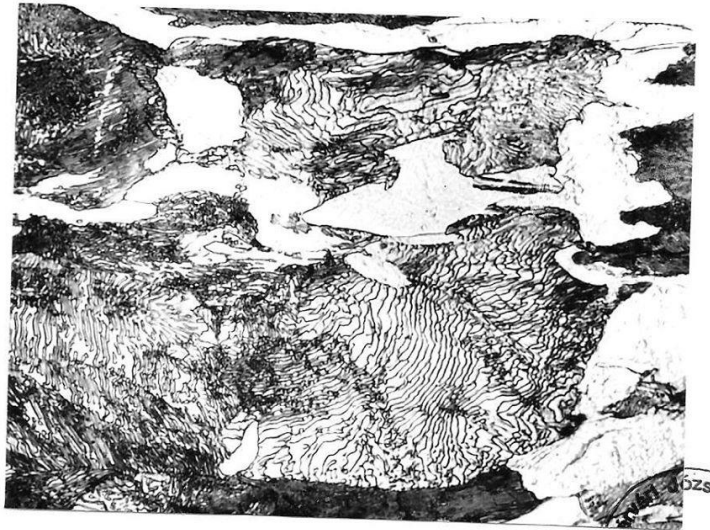
Az első képen a csigatengely gyártási sorrendjét mutatom. Esztergálás hosszeszterga automatán, fúrás, marózás (a furat melletti rész kimarása, recézés mángorló gépen, edzés + megeresztés és az átmérő köszörülése. A csigatengely nemesített. Előírt keménysége 40 +- 2 HRc. Ennek a recézett részére műanyag csigakereket fröccsöntenek és a csigát egy kis villanymotorral hajtva, kórházi ágyak fej alatti részének dőlési szögét, egy csavarorsó segítségével, gombnyomással lehet változtatni.

Azért lett peres ügy ebből a gyártásból, mert a tengelyek egy részén, általában a recézés fogtöveiben, a középső képen látható, gyakran a recézés mángorlással végzett alakításakor kialakult rálapolódásból kiinduló repedés képződött az edzéskor. Korábban nem voltak ilyen repedt darabok, ezért a gyártó alapanyaghibára gyanakodott és indított polgári peres eljárást. A megrendelt és a műbizonylaton szereplő anyag 12,5 mm átmérőjű C 45 K (0,45% karbontartalmú ötvözetlen acél) lágyított, húzott (hidegen kúpos húzógyűrűn áthúzva csökkentették az átmérőjét) és hőkezeletlen minőség. Ez azt jelenti, hogy az Ózdon melegen hengerelt 14 mm körüli átmérőjű, tekercsben lévő anyagot, az úgynevezett hengerhuzalt, először lágyításnak (az úgynevezett egyszerű lágyításnak: sisakkemencében 680 C fokos 6-8 óráig tartó izzításnak) kell (kellett volna) alávetni, aztán pácolás után, hidegen, 1 db kúpos húzógyűrűn áthúzva 12,5 mm átmérőjűre alakítani, majd egyengetni és csomagolni. Az alapanyagból vett minták mikroszkópos vizsgálata során kiderült, hogy annak szövetszerkezete ferritből és LEMEZES perlitből áll, tehát a szállító a hengerhuzalt nem lágyította a húzás előtt. A lemezes perlit (az újjlenyomatszerűen csíkos lemezes cemeccitet és ezek között alfa fázist tartalmazó szövetszerkezete jól látszik a jobb szélső N= 500x-os mikroszkópi felvételen. Ide nem merek több képet tenni, mert elfedik egymást. Ezt bezárom és mindjárt felteszem a tanszéken lágyított perbeli anyag mikrofotóját.



Dr. Sárközy
okl. gépészmérnök
Időszakgépészet
1924

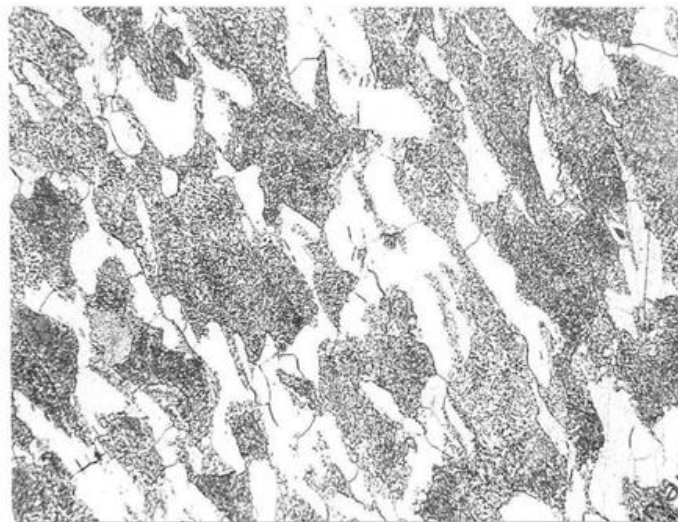
Marószers: 2 %-os HNO_3 N = 500 x
Keménység: 287 HV. Szilárdság $R_m = 941 \text{ MPa}$



2. felvétel

Ugyanaz mint az 1., de N = 1000x

Íme itt a tanszéken lágyított alapanyag mikroszkópi képe, ami ferrit + szemcsés cementitet (szemcsés perlitet) tartalmaz. Ilyen szövetszerkezetű, azaz a meleghengelés után előbb lágyított, aztán húzott anyagot kellett volna szállítani. Az ugye világos, hogy a lágyított és húzott alapanyag kevésbé reped a mángorlásnál mint a nem lágyított, de hát hiába bizonyítottam ezt, a bíró nem értette az ellenérdekű fél anyagvizsgálói, értették ezt de írásban tagadták. Az alapanyag szállító ügyvédje tapasztalt kiváló védő, jól kommunikált a megbízója érdekében, a tengely gyártójának ügyvédje nem igen szaggatta a hámat, ügyvédbojtárt küldött a tárgyalásra. Én harcoltam az igazságért, még lágyítás után húztam és vizsgáltam is szálakat, amiről mindjárt tesztek fel képet. Sikertelen volt a harcom, a gyártót egy újabb szakértő, aki szerintem ezen a területen nem volt túlképzett, belevitte egy számára előnytelen egyességbe.

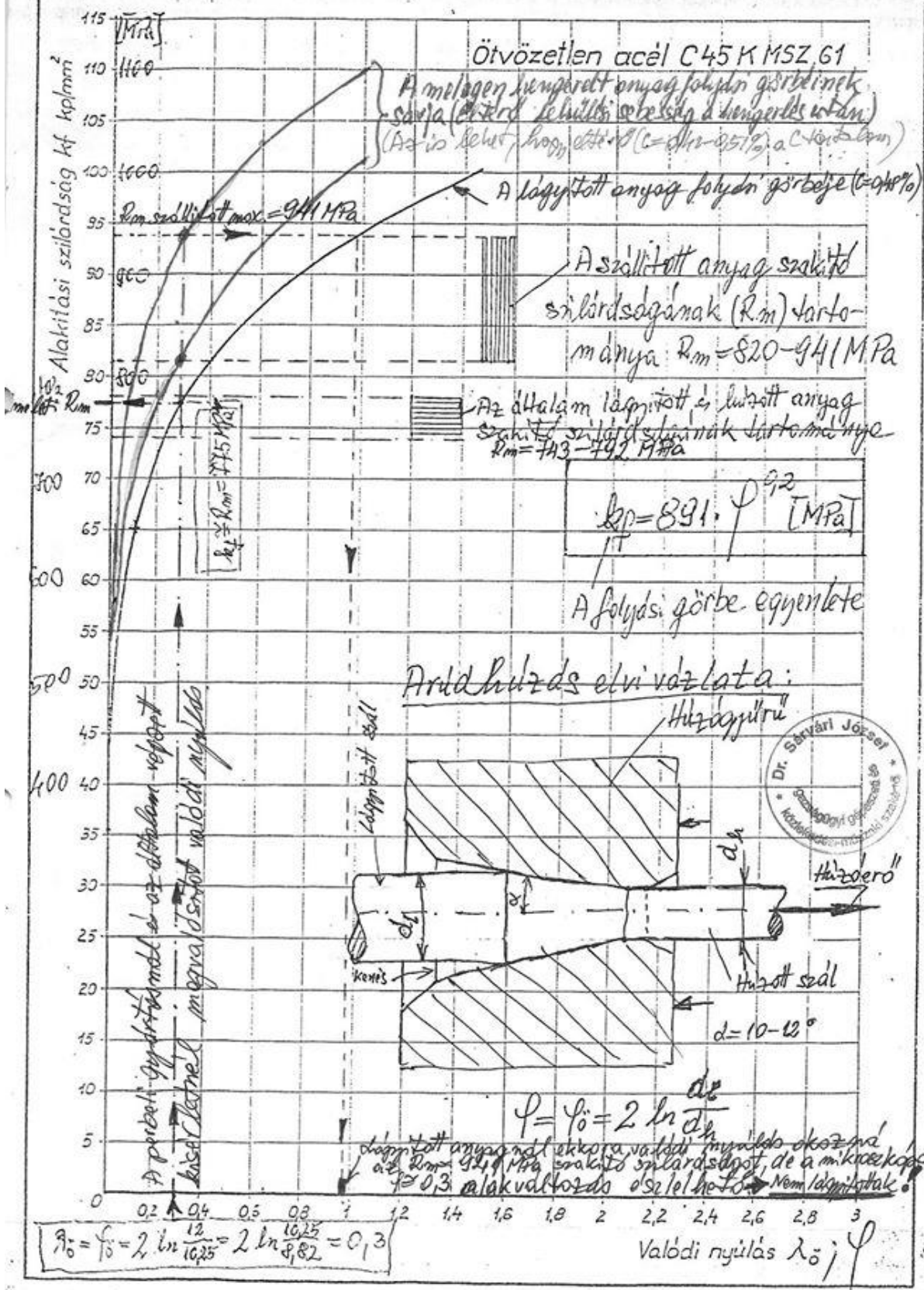


$R_m = 576 \text{ MPa}$

13. felvétel

Dr. Sántai József
egyetemi adjunktus
Miskolc, Benedek u. 21
11118-46; 374-3119

Folyási görbe

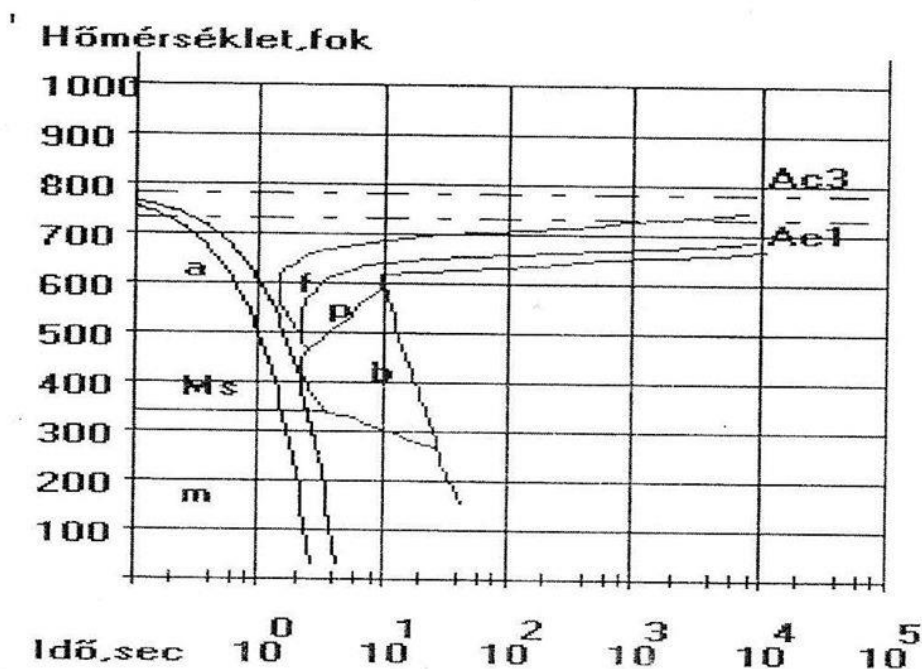


Vannak még megjegyzéseim, amelyek nem a szakértői megbízás részei: A gyártó által megbízott hőkezelő üzem, a nemesítés első hőciklusát, az edzést vízhűtéssel végezte, pedig ez az alkatrész olajban hűtve is teljesen átédződik, ahogy az az alábbi folyamatos hűtésre érvényes C görbéje és a 10,2 mm átmérőjű anyagra vonatkozó lehülési görbék alapján, az alábbi ábrán látható. Ezt a C görbét és a 10,2

mm átmérőjű anyag olajban való hűtésekor kialakuló lehülési, görbét Dr Gál István kollégám készítette számítógépen. Ismétlésként: Ha a lehülési görbék (a kéreg és a mag lehülési görbéi) nem metszenek bele a C görbe f (ferrit), p (perlit) és b (bainit) mezejébe, akkor az Ms vonalon át hűlve martenzitté alakul át anyag azaz teljesen átédződik. Gyakran meglegszünk a mag 50% martenzit tartalmával. (Ugye milyen jó, hogy a C görbékből itt újra tanulunk?) Olaj edzéssel kevesebb, inkább semmi lett volna a repedt darabok száma. De gondolkodjunk tovább! Ennek a tengelynek a recézett részére egy hőre lágyuló csigakereket fröccsöntenek, aminek csigáját egy kicsi villanymotor hajtja. Szerintem azt a nyomatókat, radiális erőt és koptató igénybevételt, amit a műanyag csigakerék elbír, a hidegen húzott C 45 K acél nemesítés nélkül is tartósan elviselné, így én a nemesítés előírását, tervezői hibának, a minőségbiztosítási ház vadhajtásának tartom, de ez csak tanács és nem része a szakértői feladatnak. A szállított alapanyag szakító szilárdsága méréseim szerint $R_m = 820-940$ MPa, amely bőven elég ide.

Az anyagminőség : Ck45

A munkadarab átmérője : 10.25 mm

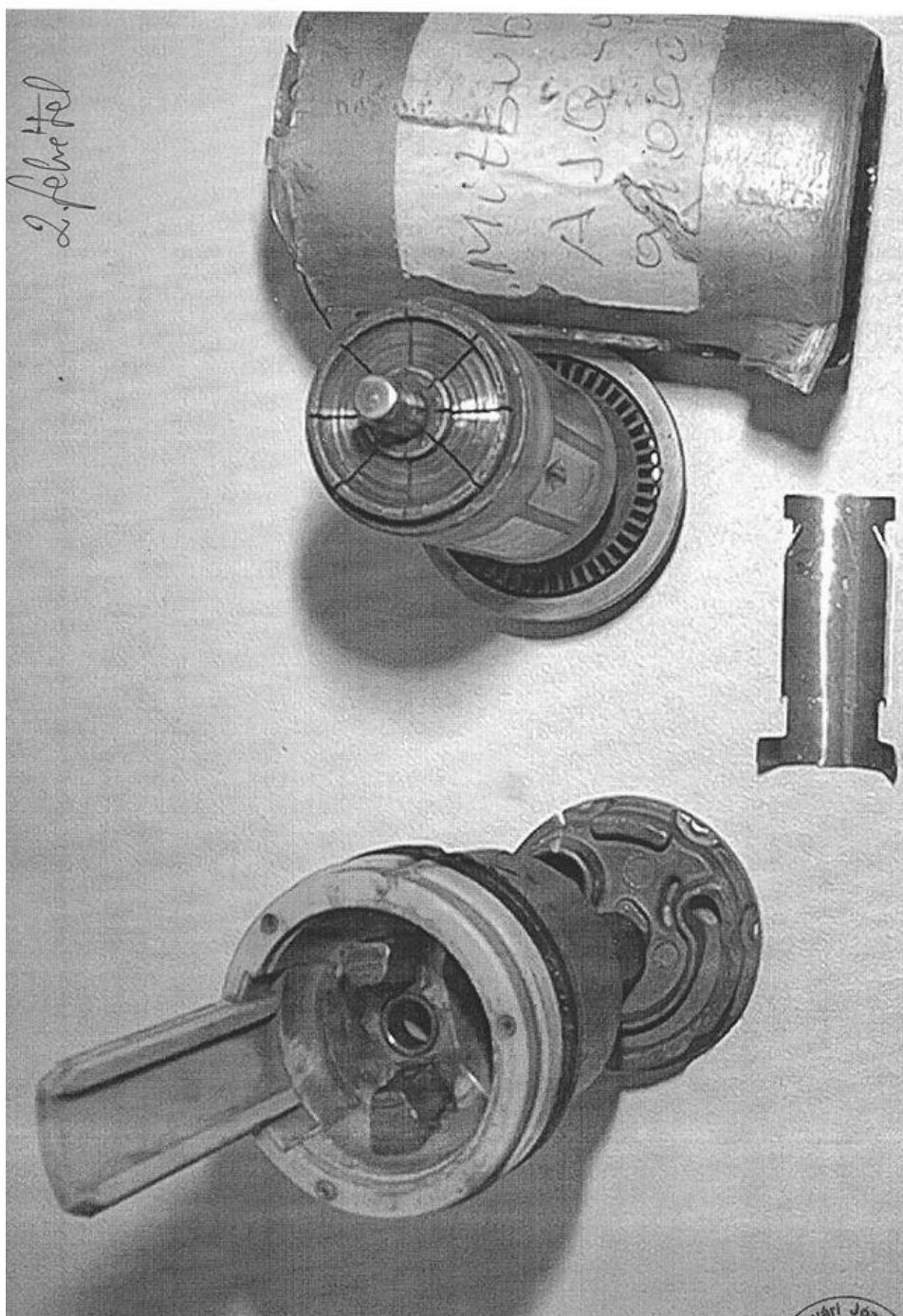


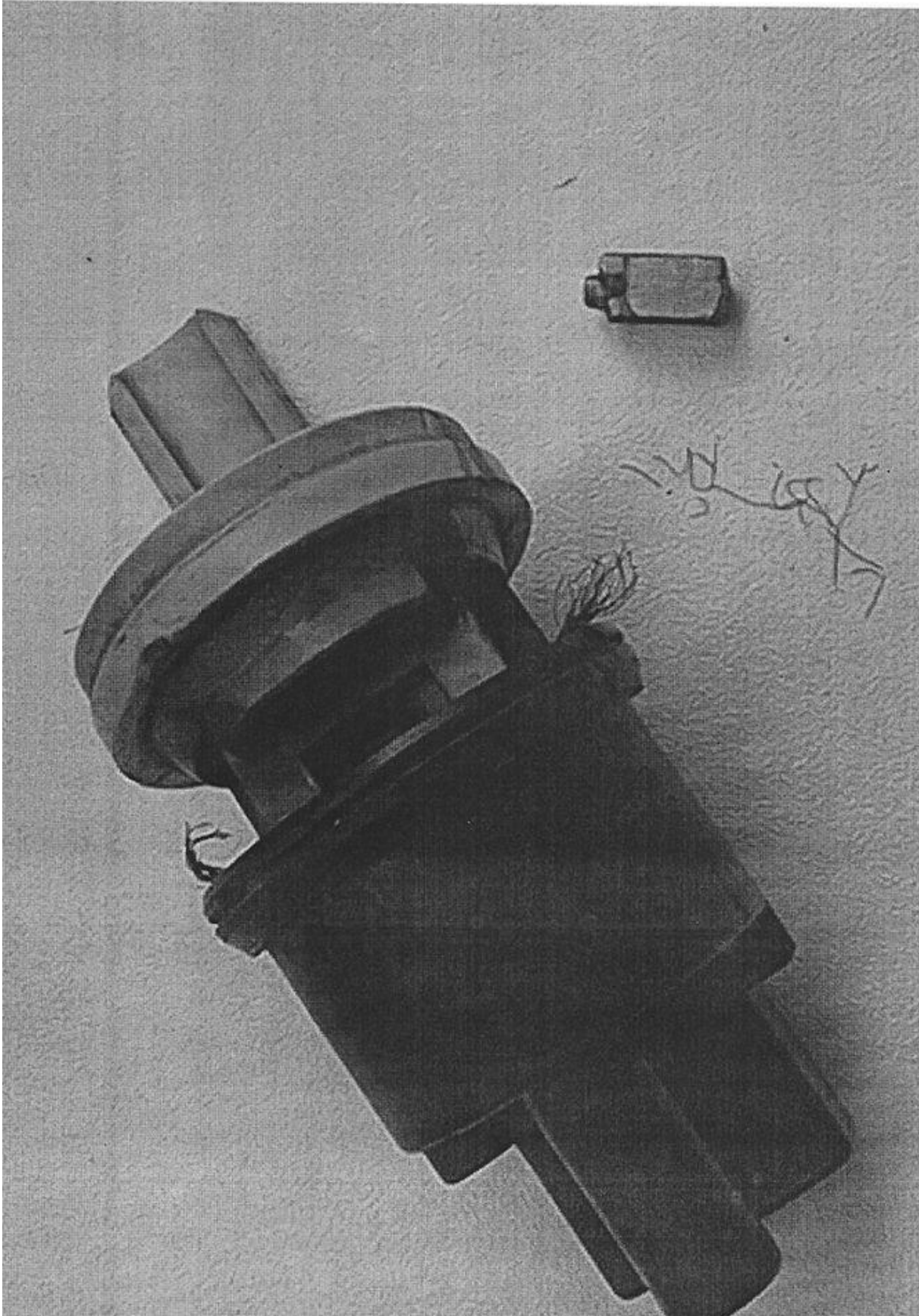
Auszténizálási hőmérséklet	880	fok
Auszténizálási idő	120	sec
Hűtőközeg : olaj ($H=40m^{-1}$)		

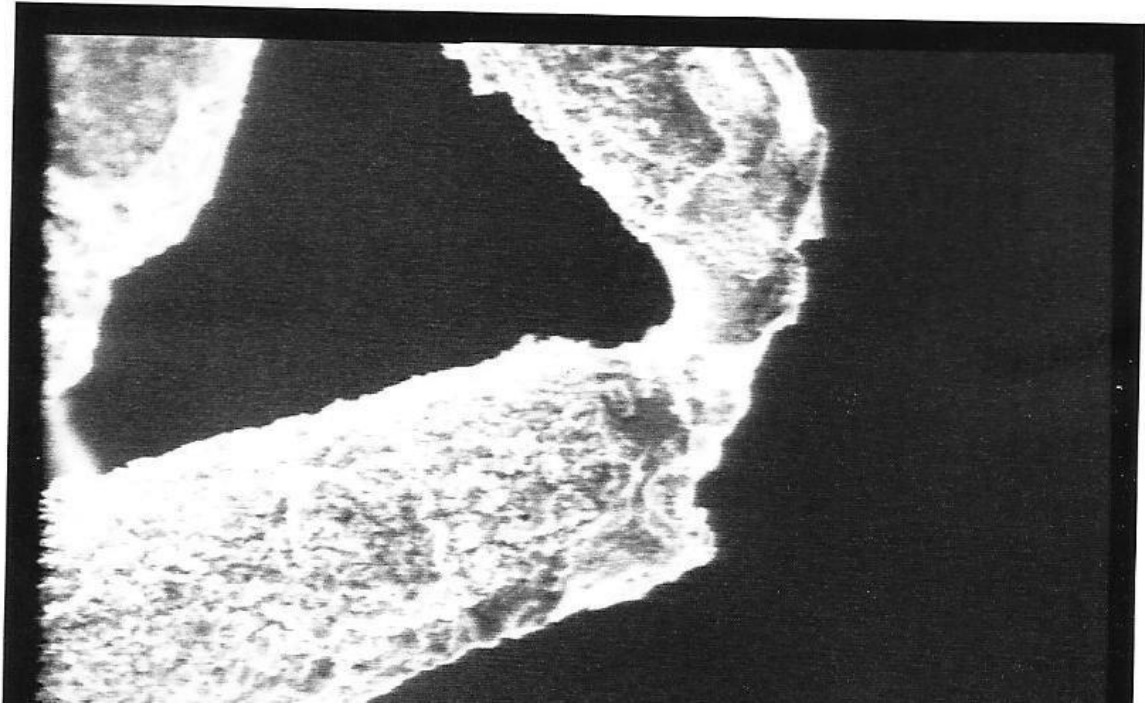
4. Esettanulmány

Könnyű kis mese az 1997 évi "benzinpumpavész" egyik jelenségéről. 1997-ben a Vicha - Lerh autószalon kiváló autószerelője mutatta nekem egy talán VW benzinszintmérője hajszálvékony rézhuzalokból sodort hajlékony vezetékét, amely az ujjaink között kissé megdörzsölve apró darabokra esett szét. Elvittem a tanszékre, megnéztem mikroszkópon, majd telefonon megmondtam Vágási úrnak, hogy a tördelőzés oka korrózió, amit a benzin okozhat. Nem sokkal ez után jöttek a hírek, hogy BAZ megyében, Hajdú-Biharban és Szabolcs - Sz -B megyében tömegesen válnak üzemképtelenné az elektromotoros benzin tápszivattyúk. A gyakoribb eset az volt, hogy a villanymotorok kommutátora elfogyott. Egy iparvállalat megbízásából Opel tápszivattyúkat vizsgáltam. Ebben nagy segítséget kaptam a ME Fémteni tanszékétől, Kovács Árpád mérnök úrtól, aki a mikroszkopon kiváló üzemeltetője. A mikroszkopon a vörösréz alkatrészek felületén ként mutatott ki, ez a benzinbe került szulfonsav következménye, ami két módon képes megölni a tápszivattyúkat. Az egyik mód az itteni, hogy a hajszálvékony sodrott rézvezeték marja el. A gyakoribb

mód az, hogy a kommutátor, amiről a szénkefe a valamennyire védő korróziós terméket ledörzsöli elfogy és azért áll le a motor. Ez a szulfonsav csak a vörösréznek árt. A vasat, a sárgaréz és a lakkozott rézdarabokat nem bántja. Ekkor szereztem arról tudomást, hogy ezt a jelenséget "rézkorrózióknak" nevezik és szabvány is van a benzinek ilyen vizsgálatára (nem emlékszem a szabvány számára). Polírozott rézlemez kell a benzinbe tenni hosszabb időre és azt nézni, hogy lesz-e rajta elszíneződött folt. A MOL miután nyilatkoztam a Borsodi Rádiónak és a Schveháti laboratórium is megállapította a benzin okozta korróziót vállalta a költségtérítést az 1997. okt. 31-éig bejelentett károk esetén. Az Mitsubishi Lancer, amiből az itteni tápszivattyú való, 1997. november 18-án másodszor állt le a tápszivattyú korróziója miatt, ennek a szivattyúnak a beépítése után 2,5 hónappal. Azért történt ez így mert a tulajdonos nagyon keveset használta az , így a régebbi korróziót okozó benzin sokáig állt benne. Nem is kapott első menetben kártérítést, a határidő túllépése miatt. Azt nem tudom, hogy az 1992. áprilisi szakvéleményem után fizetett-e neki a MOL. Tény, hogy a Schveháti jegyzőkönyv megérkezése előtt engem perrel fenyegettek, de nem ijedtem meg. A benzinszivattyú másik fajta meghibásodásáról is írok majd, ha kezembe kerül az a szakértői vélemény.

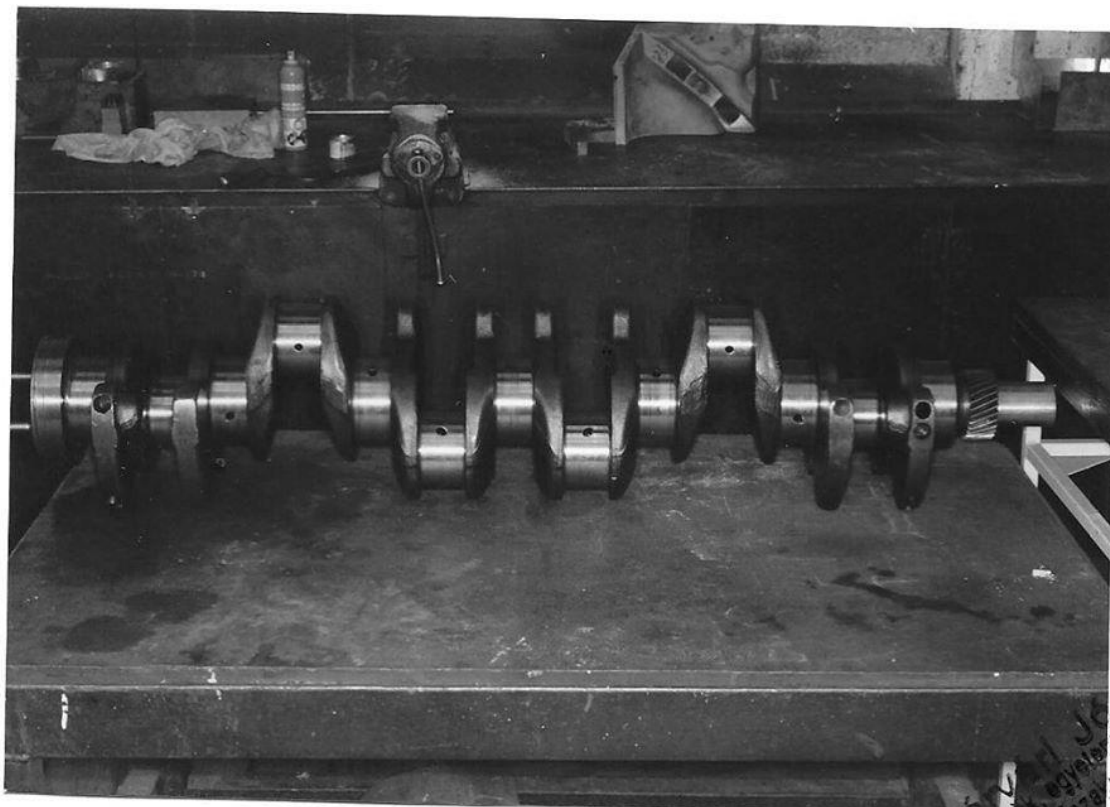




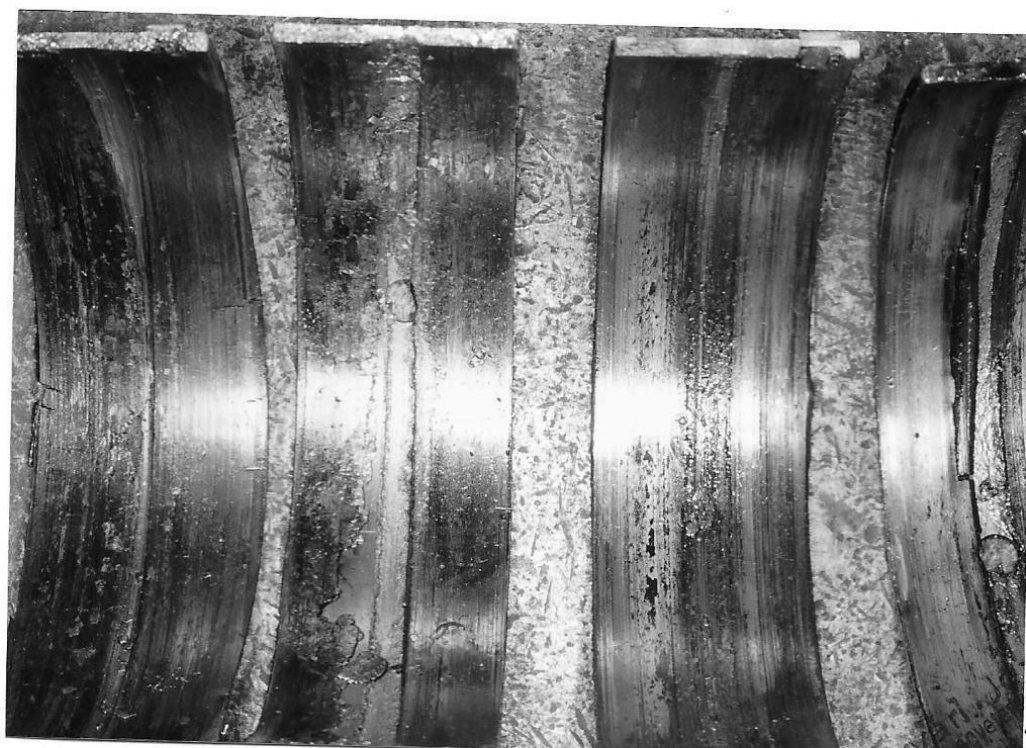


5. Esettanulmány

Volvo F12-38 nyerges vontató 6 hengeres motorja vonalba fűrt motorblokkja nyugócsapágyainak túlhevülés okozta tönkremeneteléről és a főtengety nyugócsapjainak hőszokk okozta megrepedezéséről. Ennek a motornak korábban tönkrement a főtengetye, károsodtak a nyugócsapágy perselyeket befogó, a motorblokkban lévő hengeres furatok is. Bontott főtengety vásároltak hozzá, amiről a gépműhely tulajdonosa azt mondta, hogy az a főtengety, a vásárolt állapotban, köszörüléssel felújítás nélkül beépíthető, csak a motorblokk nyugócsapágy perselyeit befogó furatokat kell felújítani. A blokkot tehát vonalba kell fűrni. A vonalba fűrés előtt le kell szerelni a blokk ottani csapágyfedeleit, azok síkjából le kell munkálni, majd azok vissza szerelése után a blokkot vízszintes fűró-maró műasztalára felfogva és kiállítva a nyugócsapágyak fészekfuratát, egy hosszú fűrórudba befogott ütőkéssel az előírt méretre (átmérőre) kell munkálni. A felújításkor megvalósítandó méreteket katalógusokból lehet kikeresni. Ilyen katalógus a Glacier katalógus, amiben szinte minden típus szinte minden mérete megtalálható. Úgy látszik, hogy a forgácsoló szakember nem használta ezt a katalógust, mert a vonalba fűrés után a motorba beszerelt, az új csapméretnél 0,5 mm-el kisebb csapmérethez (a már egyszer köszörüléssel felújított főtengetyhez) való nyugó csapágy perselyek, a csapjáték előírtnál kisebb értéke miatt mindjárt a beindítás után megszorultak, túlhevültek és berágódtak azaz selejtté váltak (lásd a középső képen) és a főtengety nyugó csapjain is repedések keletkeztek, így a főtengety is selejtté vált. Egy ilyen csapágy garnitúra legalább 100 ezer Ft volt, a bontott (használt) főtengety kb. ugyanennyi. Ezt kell a forgácsolónak megvenni és a vonalba fűrészt újra elvégezni, hogy garanciális kötelezettségét teljesítse. A siklócsapágak közepes játéka általában a csap átmérőjének 1/1000 része. Ha katalógus méret ismerete nélkül ezt betartotta volna a forgácsoló, nem keletkezett volna ez a nagy kár.



Dr. Sávai József
okl. gépészmérnök, agrárterületi szakértő
igazságügyi műszaki szakértő
H-3534 Miskolc, Benedek u. 2.
Tel.: 365-111/118-46

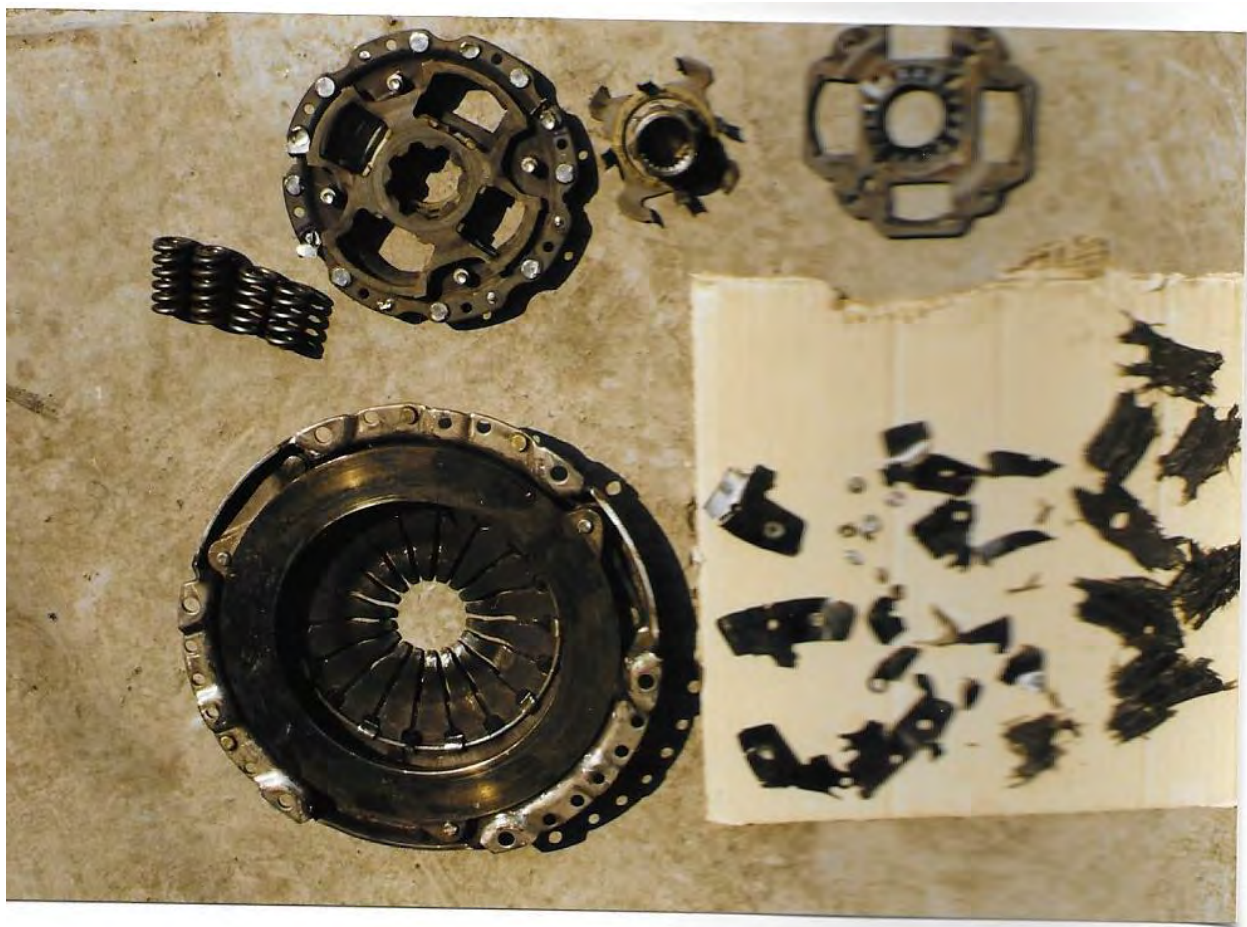
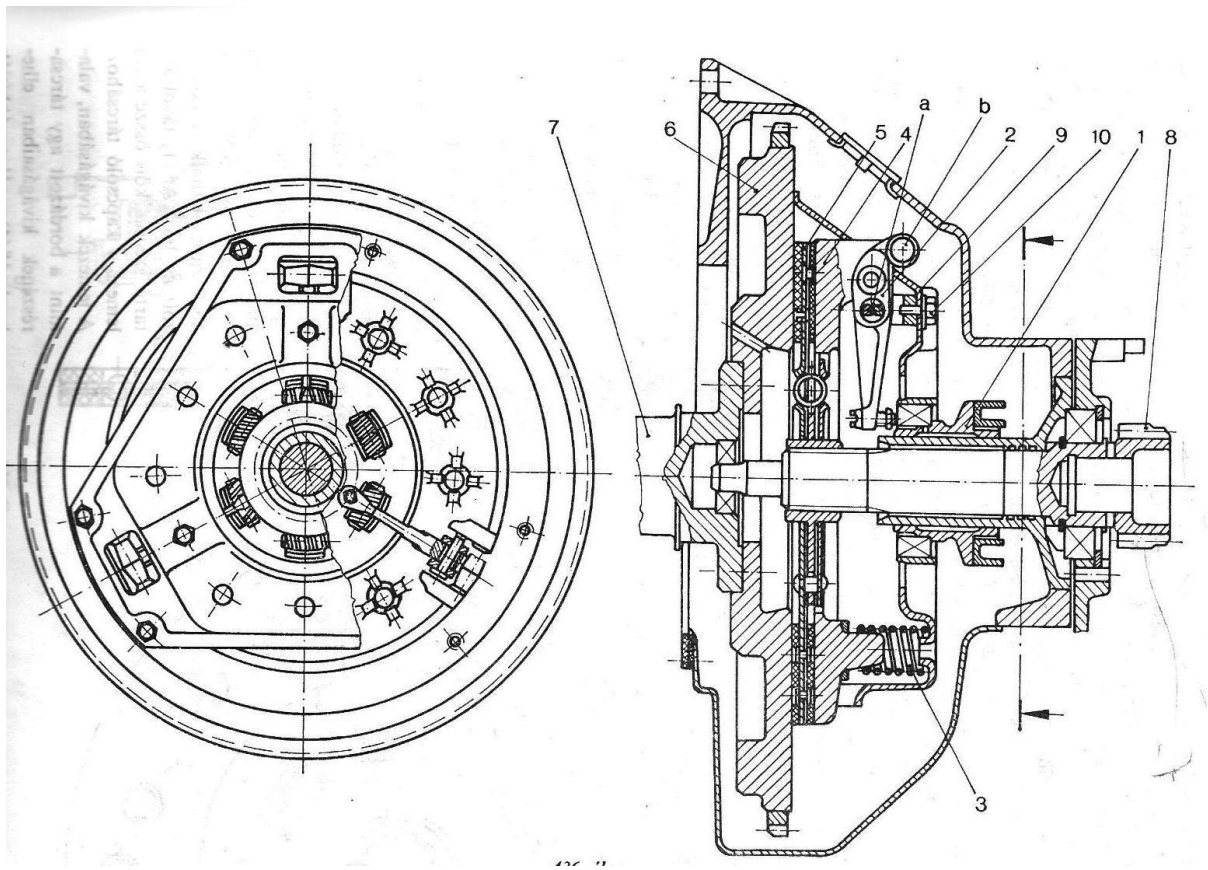


Dr. Sávai József
okl. gépészmérnök, agrárterületi szakértő
igazságügyi műszaki szakértő
H-3534 Miskolc, Benedek u. 2.
Tel.: 365-111/118-46



6. Esettanulmány

Ford Mondeo új tengelykapcsolója 3100 km futás utáni tönkremenetelének oka és arról, hogy az igazmondó szakértő díjazás nélkül maradt. Itt egy kis ismételés Gépelemekből az itteni ábrán. A lendkerekes, vagy lendkerék tengelykapcsoló. Az autókban is ilyen van. Manapság a nyomólap szorítását általában, a Mondeoban is membránrugó biztosítja. Az egyel lentebbi képen a szerkezet mélyhúzott fedelében ott van a membrán- rugó és a a nyomólap fölötté a kuplung tárcsa agy része, amiről letördelődött az az acéllemez, aminek a két oldalára súrlódó anyag (ferodó) volt szegecselve, ami szintén darabokban van jobbra a fehér papíron. Ezen a képen, balra középen ott az a 4 db. rugó, amik a kuplungtárcsának a motor főtengelyéhez képest, nyomaték ellenében egy kis elfordulását teszi lehetővé és az induláskori rángatást mérséklük. A legalsó képen ott a két tárcsa amik réseibe teszik a rugókat, amelyek a 4 db csap és slicceik által megengedett relatív elfordulást engednek meg nyomaték ellenében. A két tárcsán látszanak azok az összeverődési nyomok, amelyek ezek ütközésig történt relatív elfordulásakor keletkeztek (lehet, hogy itt a képen nem láthatók). Ezek szerint a két tárcsa gyakran fordult el ütközésig. A rugók méreteinek elhelyezkedésük sugarának és összenyomódásuk mértékének ismeretében kiszámoltam azt, hogy ezek ütközésig való elfordulásához $M=168$ Nm nyomaték kell. De a motor maximális nyomatéka csak $M_m=145$ Nm. Hogyan fordulhatott el a két tárcsa akkor ütközésig? Úgy, hogy a vezető felpörgette a motort, majd a kuplungot gyorsan engedte fel, azaz a lendkerékben tárolt energiát is használta a gyorsításhoz. Ez kíméletlen goromba kuplung-használat, ami a 3 hónapos kuplung tönkremenetelét okozta. Ezt írtam le a szakértői véleményemben, aminek "köszönhetően" a tulajdonos nem fizette ki a szakértői díjat. Nem szegényedtem bele. A tisztességem (a lelkem) soha sem volt eladó.





7. Esettanulmány

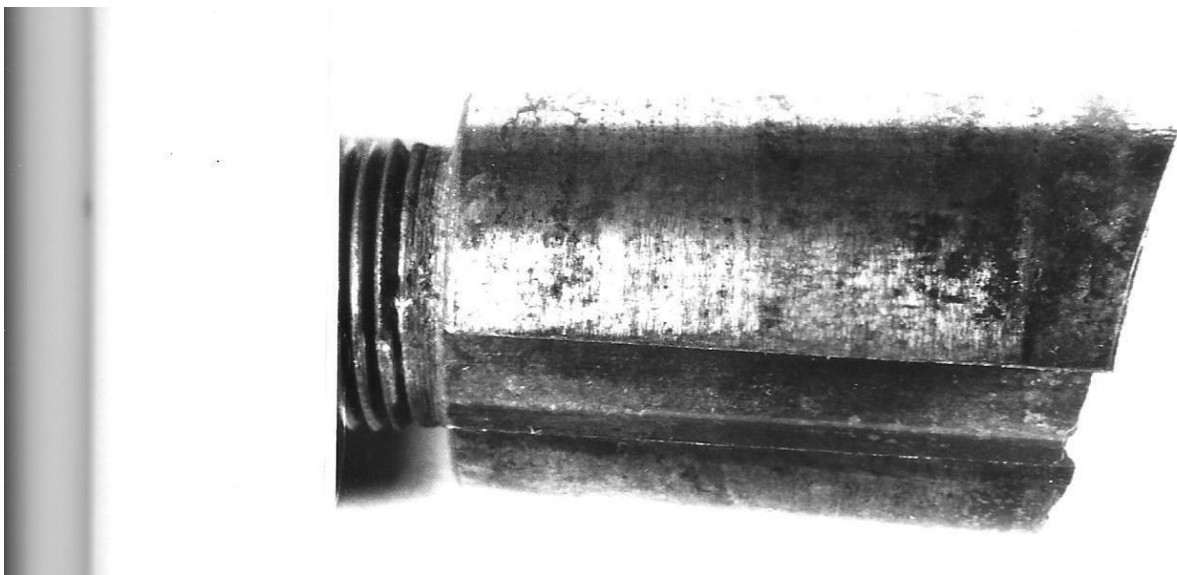
Egy eset, amikor a szakértő nem tudott állást foglalni az elrepült SODA tengelytörésének okáról. Itt a Skoda 120L, amelyik jobbra lement a patkára, majd vissza balra, majd jobbra sodródott, hossz tengelye mentén átfordult, majd az út melletti szántóföldön landolt. Itt a törött féltengely a fék alaplemez a fékhengerrel (a fékpofák valahol a szántóföldön maradtak) a földön. A következő képen a fékdob, benne a letört féltengely vége.





Dr. Pámyer
repes...
ságuj...
24

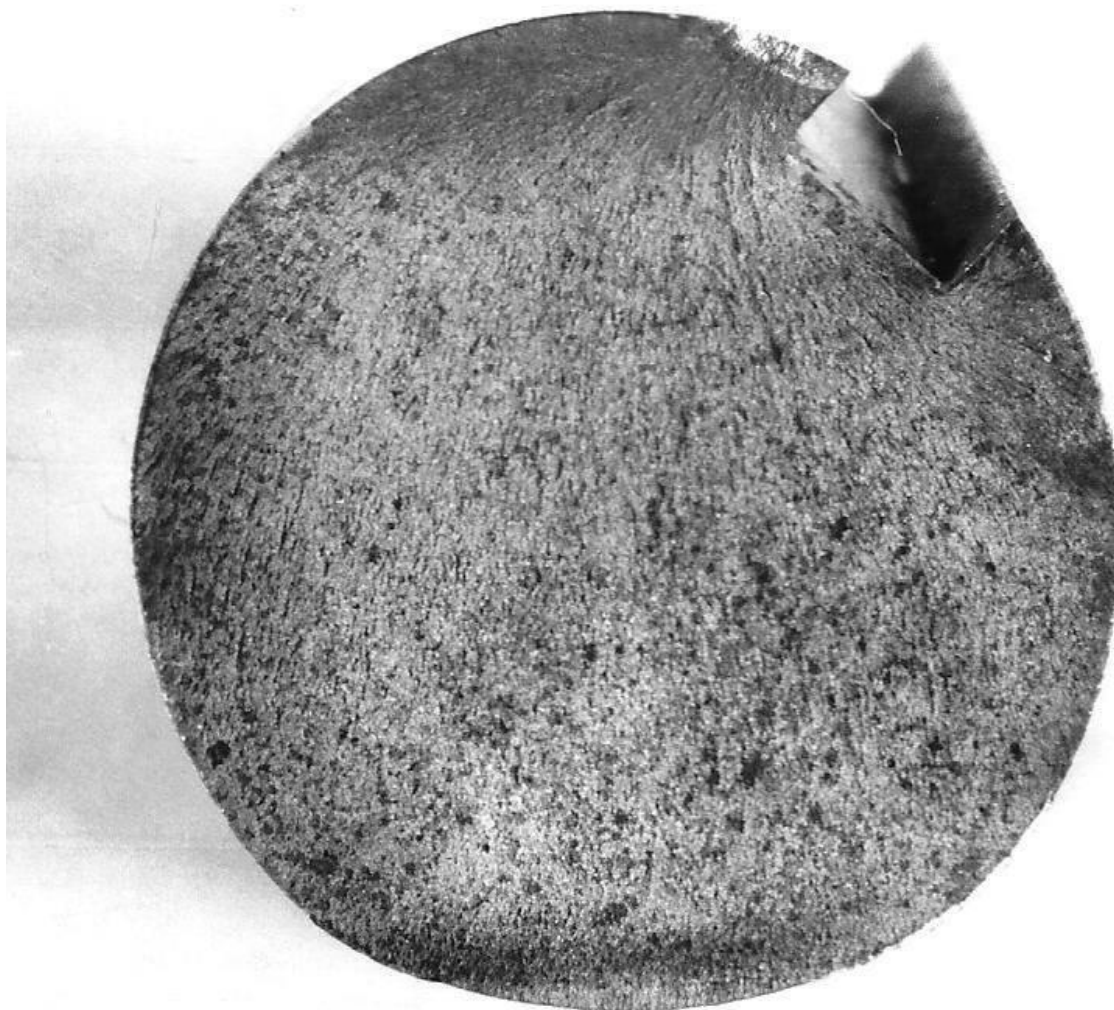
Itt a féltengely fékdobból kiütött, letört vége. Látszik ezen az, hogy a féltengely és a fékdob kúpon illeszkedtek, az összefekvő kúpok, vagy 20 mmel rövidebbek mint a fékdob kúpja. Balról a tengelyanya menete látszik, a kúpban egy reteszhorony. Az is látszik, hogy a törési felület ferde.



SL

lózser
adjuktus
21

Itt a törési felület, amin a reteszhorony mellett egy kicsi, az egész törési felületnek mintegy 1%-át kitevő, 3,5 x 1,5 mm méretű kifáradással kialakult fényes rész van, a törési felület többi része frissen tört felület. A tengely anyagának keménysége szokatlanul nagy, a törés közelében 540 HV. Nemesített acéloknál, pl. a CrMo4-nél az MSz 61 szabvány szerint, nemesített állapotban, a keménység 310-375 HV közé kell eszen. Nem tudtam eldönteni azt, hogy a rideg, pici fáradt repedést tartalmazó féltengely menet közbeni eltörése okozta-e a kocsi sodródását és felborulását, vagy a sodródás és a padkára hajtás vezetéstechnikai hiba következménye-e és a törés a hossz tengelye körül átfordult kocsi útestre esésekor történt-e. Ezt a döntést az is nehezítette, hogy az itteni kerék acéllemez keréktárcsáján szemmel látható deformáció nincs és ez azt jelenti, hogy a tengely töréséhez nem kellett nagy energia. Szakértői véleményemben azt írtam le a rendőrségnek, a kirendelőnek hogy nem lehet eldönteni azt, hogy a balesetet műszaki hiba okozta-e.. Megjegyzem még itt azt, hogy a Skoda 105L és 120L -eknél ilyen törés máskor is előfordult.



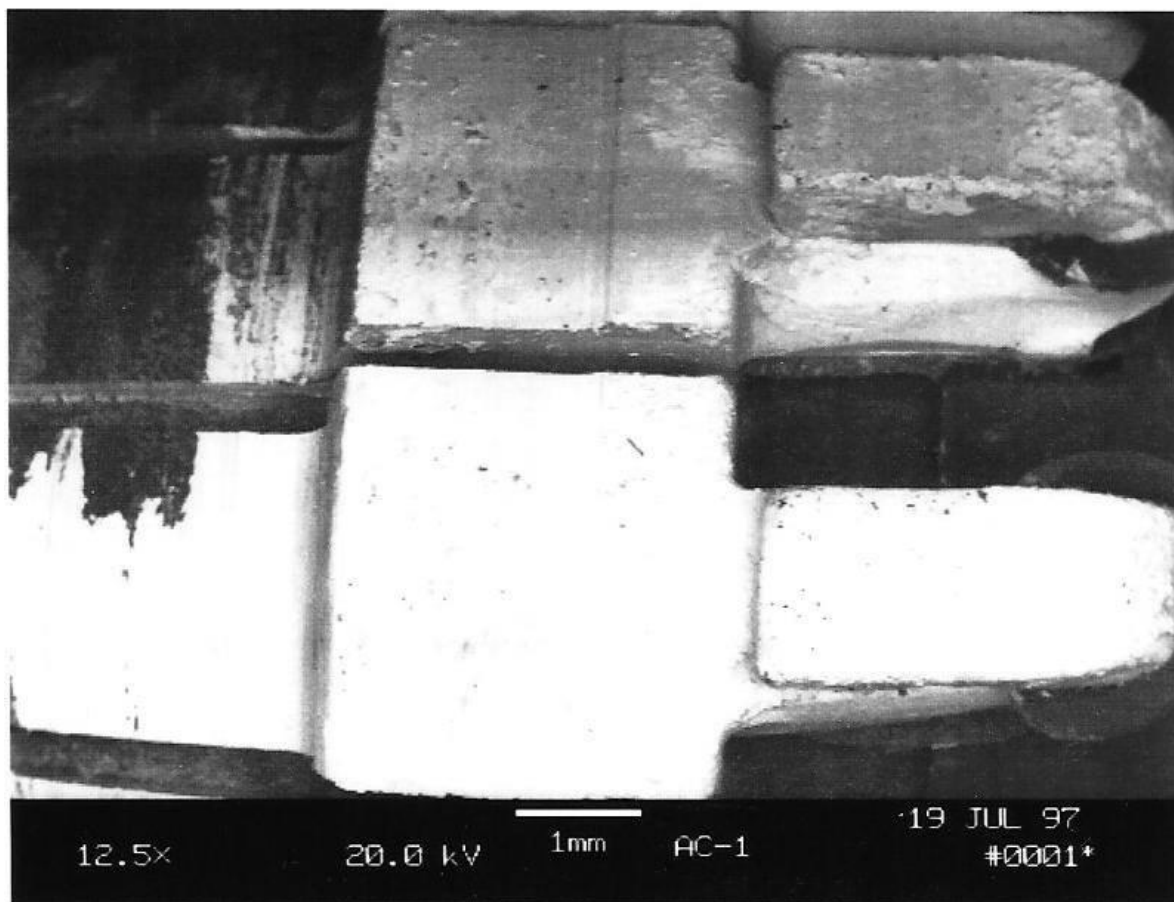
Dr. Sár
gépész
társ

8. Esettanulmány

Benzinmotoros autók elektromotoros tápszivattyúja (AC pumpája) benzinkorrózió okozta tönkremeneteléről. A benzinbefecskendezéses (injektoros) belső égésű motorok benzinellátásához kell egy közepes nagyságú nyomást előállító szivattyú, ami a befecskendezéshez szükséges benzinnyomást biztosítja. A szivattyúk kommutátoros egyenáramú motorral hajtott kicsi centrifugál szivattyúk vagy fogaskerékszivattyúk, amelyek gyakran a benzintankban vannak, de a benzin mindig a motor belsején megy át. Ha sav kerül a benzinbe, amiről egy korábbi esettanulmányomban írtam, a csupasv vörösréz alkatrészek, a hajszálhuzalból sodrott kefevezetékek, vagy a kommutátor károsodik. Az Opeleknél az itt tárgyalt kommutátor elfogyás volt a gyakoribb tönkremenetel. Itt néhány szétszedett szivattyú motorját látjuk. A tekercselt forgórészt, a kommutátort és az egyik képen a szénkeféket is

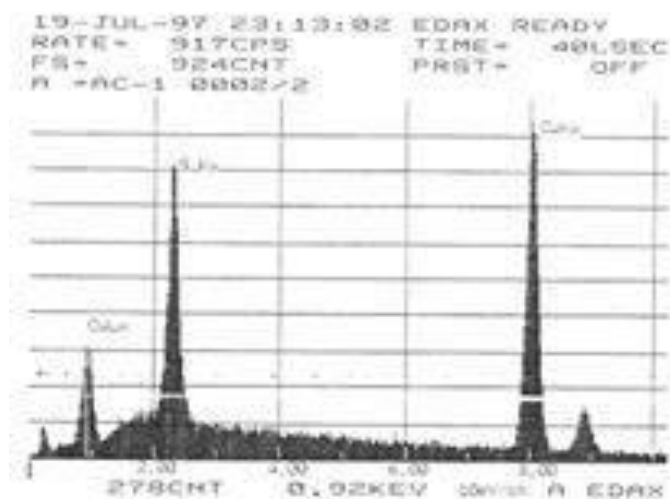


Itt a kommutátor látszik, jobb oldalon a tekercsek kivezetéseinek rögzítéséhez való fülekkel (a kommutátor rézlemezről kivágott és hajlított gyűrű, amint műanyagba öntenek és később vágnak be, hogy a szeletek elváljanak egymástól villamosan is). Itt a kép bal oldalán, ahol a kefék súrolják a kommutátort, mélyedés van. Ott fent már a műanyagig kopott a kommutátor reze.

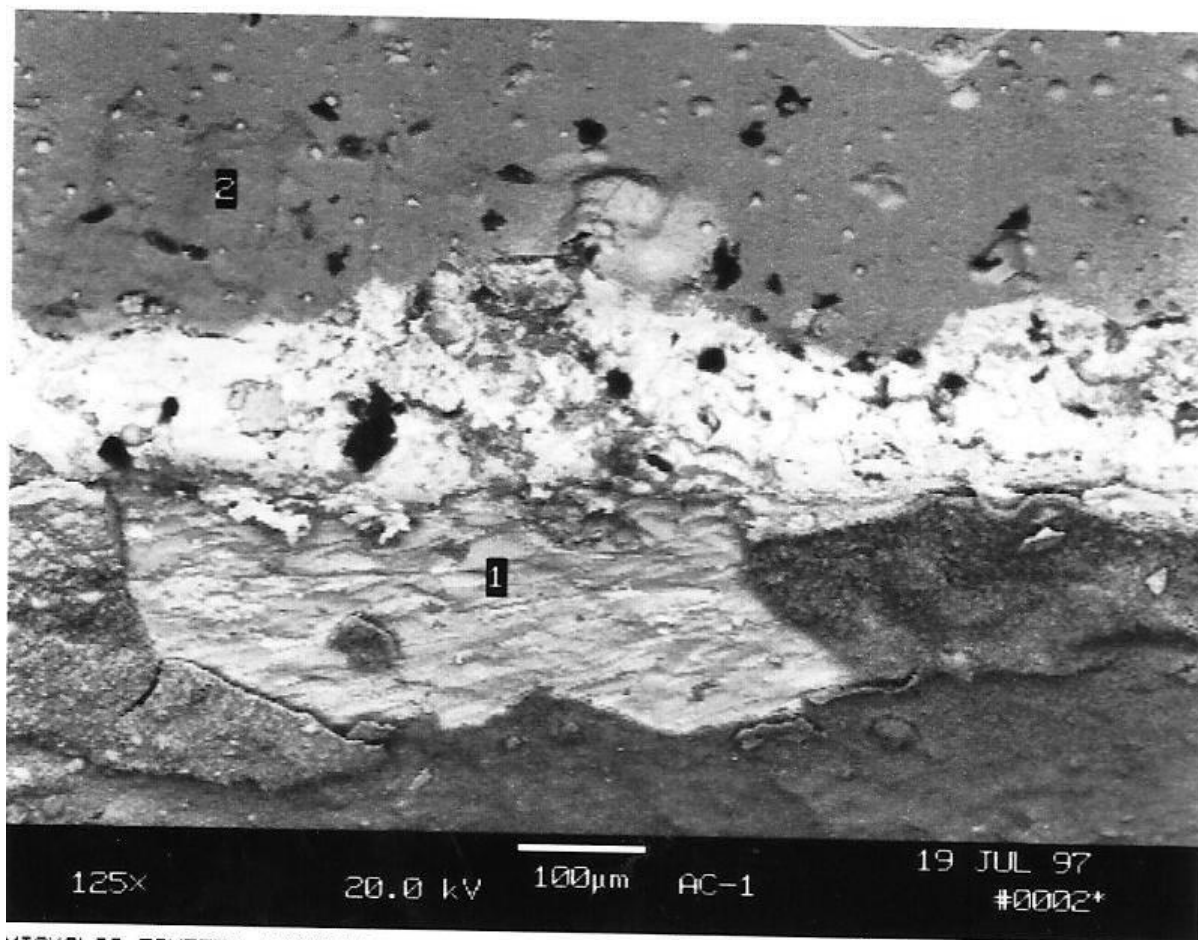


MISKOLCI EGYETEM ANYAGTUDOMÁNYI INTÉZET FEMTANI TANSZEK

A Korróziós termékkel fedett részről készült az alábbi mikroszkopos felvétel, amin a balról első nem pici csúcs rézről a következő kénről az azt követő újra rézről jött sugárzás képe. A korróziós termékben tehát kén van ami a benzol szulfonsav tartalmának a következménye. A korróziós termék gyakran ad valamekkora védelmet a korróziós fogyás ellen. Ahol a szénkefék dörzsölik a kommutátort, ottan mindig letörlik a korróziós terméket, ezért fogy gyorsan ott a kommutátor. Olyan helyen is készítettünk mikroszkopos felvételt, ahonnan lepattogzott a korróziós termék. ott a kénre jellemző csúcs hiányzik.



Ilyen a szénkefék által nem dörzsölt kommutátor részek felülete az elektronmikroszkópon. Van ahol lehullott a korróziós termék a felületről, van ahol nem. A fenti mikroszkopos felvétel a korróziós termékkel borított részről készült. Abban van a szulfonsav rézben dús korróziós terméke. Itt köszönöm meg Dr Roósz Andrásnak a MTA rendes tagjának, feleségének Dr Roószné Lucának és Kovács Árpád kohómérnök úrnak a jelen munkában adott óriási segítségét. A két tanszék gyakran segítette egymást, testvéri barátság volt közöttünk.



MISKOLCI EGYETEM ANYAGTUDOMÁNYI INTÉZET FEMTANI TANSZÉK

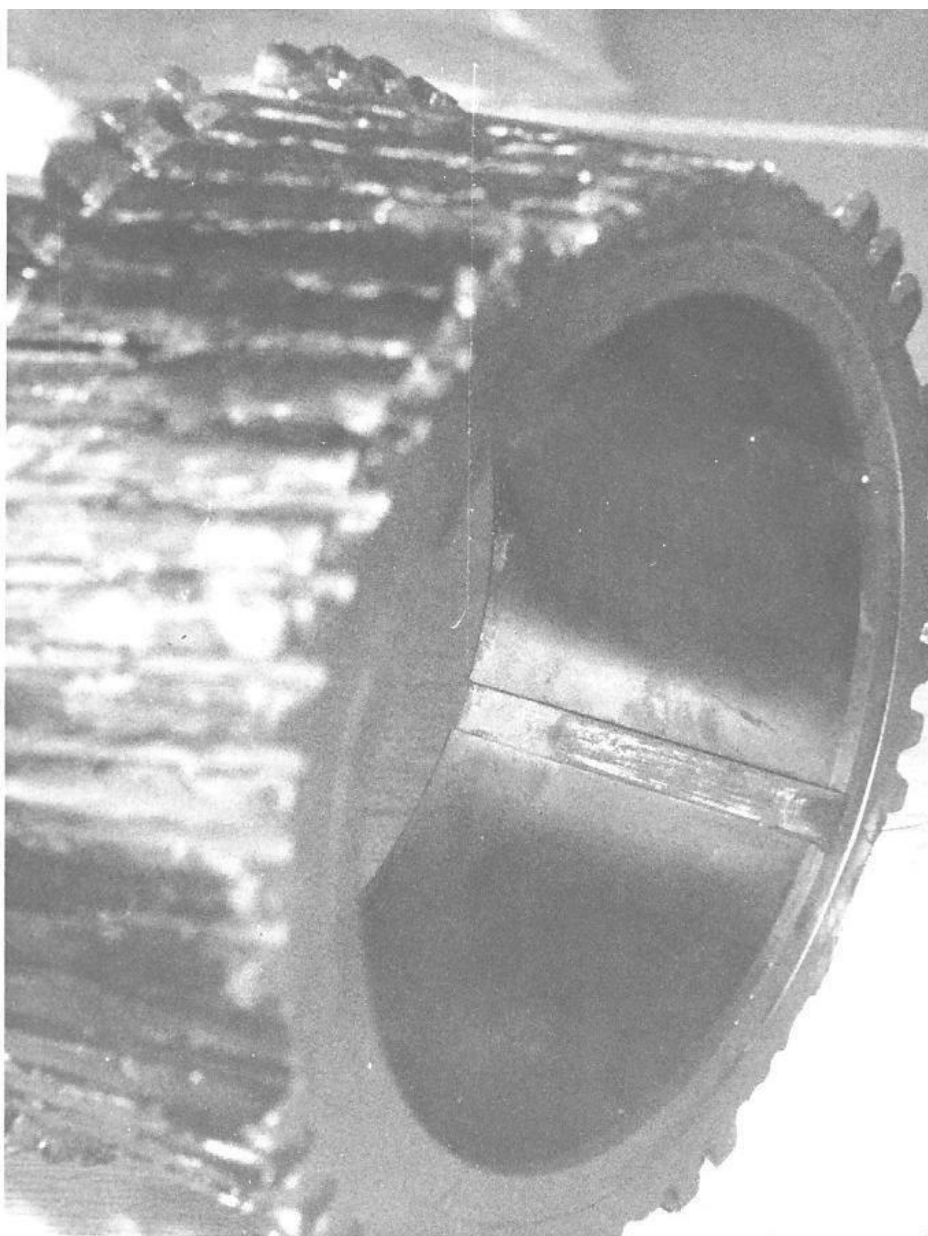
9.Esettanulmány

Waukesha óriási stabil gázmotor vezérmű fogaskerekeinek sorozatos meghibásodásáról. Nem írtam fel a lökettérfogatát és a teljesítményét. A képen a vezérmű fogaskerekei látszanak a beton padozatra lerakva. A sötétebb kicsi fogaskerék (hegesztőégővel melegítették a lehúzáskor) a főtengelyen van, szilárd illesztéssel (felszerelés 250 C fokos olajban végzett melegítés után) és íves retesz van benne. Balra mellette egy közvetítő fogaskerék, ez után balra a vezértengelyt hajtó kerék, alul a közvetítő kerék alatt az olajszivattyút hajtó kerék. Arra, hogy a jobbra lévő kerék mit hajt, már nem emlékszem, de ez a tárgyalat meghibásodás szempontjából mellékes. Az ezen a képen is látszik, hogy a főtengelyen lévő fogaskerék fogai letördelöztek. Ettől a többi kerék is sérült, sőt a vezérlés "megbomlása" miatt, szelepemelők is sérültek.

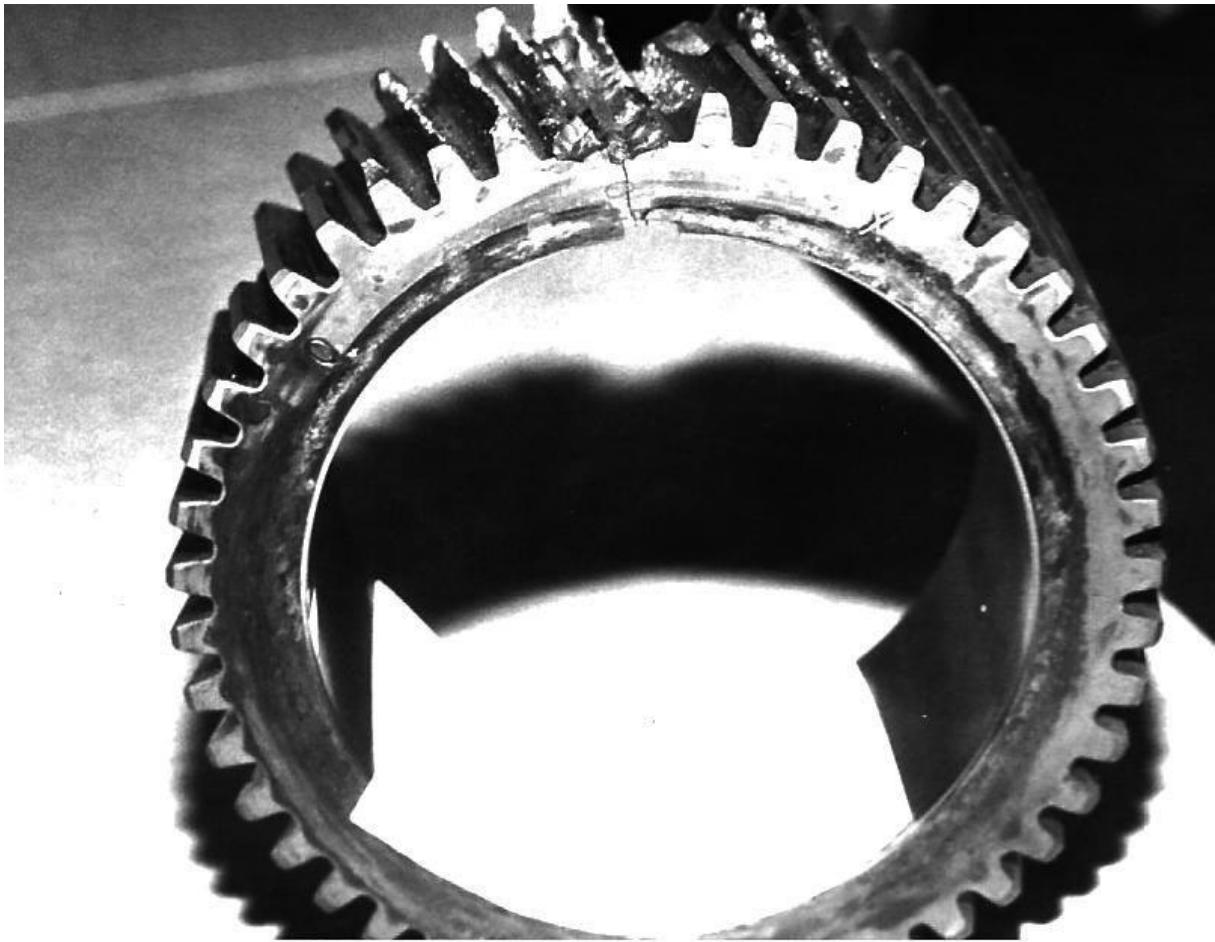
Ezt a motort 1992-ben újították fel. A holland szerelő egy csővel és kalapáccsal ütötte a helyére a főtengelyen a 250 fokos fogaskereket (kézzel is mennie kéne) és ezt a magyarok is eltanulták. Mindjárt kiderül, hogy miért kellett a kalapács. A fogaskerekek 1994-ben, 1996 júliusában és szeptemberében is tönkrementek.



A következő fotón ilyen fogaskereket látunk. Figyeljük meg a reteszhorony tetejét! Az be van rágódva.



Ezen a képen egy kevésbé sérült fogaskeréken az látszik, hogy az a reteszhorornál el van repedve és a reteszhorornál törtek le először fogak. Ezek a fogak fogtő-kifáradás miatt törtek le. Az itteni felületet közelebről nézve, a szakember felismeri hogy azok kifáradással alakultak ki. Ez a két kép azt bizonyítja, hogy a retesz magasabb mint ami ide való. A cég üzemvezetője előszedte a gép javítási utasítását és abból kiderült az, hogy a gyártó módosította a főtengely íves reteszének a magasságát, mert rájött, hogy az eredeti magas reteszhorony nagyon gyengíti a fogaskereket. Az új fogaskerekek reteszhornya az alacsonyabb reteszhez való volt. A holland szerelő, aki először szerelt a gépre alacsonyabb reteszhez való fogaskereket, lereszelt a retesz tetejéből, de nem eleget. Ezért kellett a kalapács a melegített kerék feltolásához és ezért lett negatív a foghézag a retesz feletti részen. Betettük a reteszt a főtengely reteszhornyába, megmértük a főtengely átellenes alkotója és a retesz teteje közötti távolságot és kiderült, hogy ez a retesz nem fér el a fogaskerék reteszhornyában. Le kell belőle reszelni és azt is kiszámoltuk, hogy mennyit. Így már nem megy tönkre ez a sok fogaskerék ilyen rövid időszakonként.

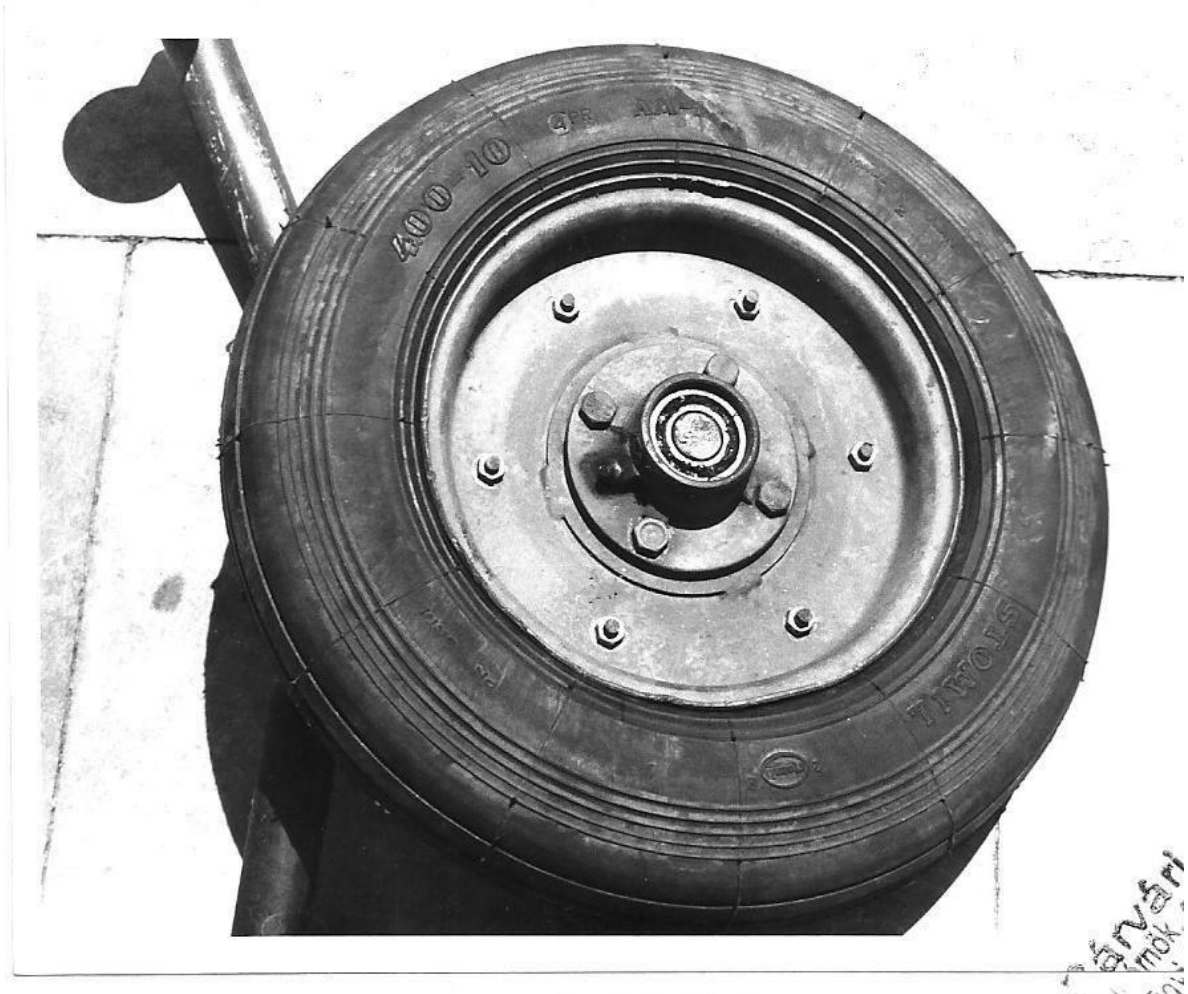


7. 9-1-4-1 (1-41) 1-1-4-10-1

10. Esettanulmány

Vontatott rendsodró tengelye törésének oka. A rendsodró országúti vontatásakor egy gumi köpenyű kerék tartja a levegőben a rendsodró hátsó részét. A kerék tengelye egy hajlított és hegesztett rúdon van. Az a tengely, ami az alsó képen, a kerék csapágyában eltörve látszik, a felső képen lévő tartó rúdon, törése előtt vízszintesen állt, most a csonkja van ott. Ez a vontatott rendsodró, egy sorompót megközelítve, az úttal kb. párhuzamos helyzetéből hirtelen elfordult és eközben nekicsapódott egy ott várakozó kerékpárosnak. A szakértői vizsgálatot a rendőrség kirendelésére a MIMSzi-vel közösen végeztük. Az volt a kérdés, hogy műszaki hiba, vezetési hiba, vagy karbantartási hiányosság okozta-e a balesetet.





A törési felületet nagyobb nagyításban is vizsgálva, az derült ki, hogy a tengely itt látható törési felületén, alul és fölül, kb. 2 mm mély fáradt repedés volt. A 25 mm átmérőjű tengely keresztmetszete többi, túlnyomó része (90-95 %-a) szívós töréssel tört el.



A tengely szívós törését bizonyítja az is, hogy a törés során, szemmel láthatóan elgörbült, ahogy a helyére visszatéve, az itteni képen látható. A csonkon végzett keménységmérés eredménye: HV 30 = 171 és ennek alapján az anyag szakító szilárdsága $R_m = 540 \text{ MPa}$. Azt is figyelembevéve, hogy ezt előmelegítés nélkül hegesztik, ez optimális szilárdság. Emlékezzünk arra, hogy a Skoda féltengely ennél kisebb mértékű fáradásos repedése esetén nem tudtam eldönteni azt, hogy annak törése az üzemi igénybevétel, vagy a bukfencezés következménye-e, itt kimondtam azt, hogy a törés túlterhelés következménye és a helyszíni szemlén meg is találtuk azt a helyet, ahol a kerék a padka kiálló részének ment a tengely eltörése előtt. A törés és a várakozó elütése tehát vezetési hiba következménye, azaz nem műszaki hiba okozta.



11. Esettanulmány

Alumínium hengerű Briggs & Stratton 8HP önjáró fűnyíró motorjának szakszerűtlen javítása. Ma már gyártanak olcsó, mondhatni, barkács célra készült, rövid élettartamú motorokat házi, évi kevés üzemórás használatra. Ilyen a címben megnevezett motor is. Egy Al ötvözetből van öntve karter és henger, ez a nyugvócsapágy anyaga is (nincs benne persely), sőt a hajtórúd is egy ilyen öntvény.



Tehát a hajtórúd (dugattyúrúd) is egy könnyűfém ötvény. De az alumínium hengerű motorba keménykrómozott palástú dugattyú való (a csúszó felek egyike legyen kemény legalább is nem lágy). Az acél főtengely is elmegy valameddig az Al ötvözet siklócsapággal és az Al ötvözet hajtókarral, Ha egy alumínium hengerű motorba Al ötvözet dugattyút építenek be, ott azonnal elkezdődik az helyi hegedés és az ilyen pontok kiszakadása az Al ötvözet por képződése, amitől hamar szürke lesz az olaj és a gyors kopás miatt hamar megnő az olajfogyasztás, elfogy az olaj megszűnik a sikló felületek és pl. eltörik a hajtókar. Szakértettem egy ilyen felújított motort. A felújító nem hallott az alumínium hengerű motorokról és abba a motorba, a henger hónolása (nagyobb méretűre munkálása fúrógéppel hajtott csiszoló lapokat a furathoz szorító szerszámmal) után, Al ötvözet dugattyút épített be. Ez a motor néhány óra üzem után tönkrement. Eltört a hajtókarja is, ahogy az itteni képen látszik.



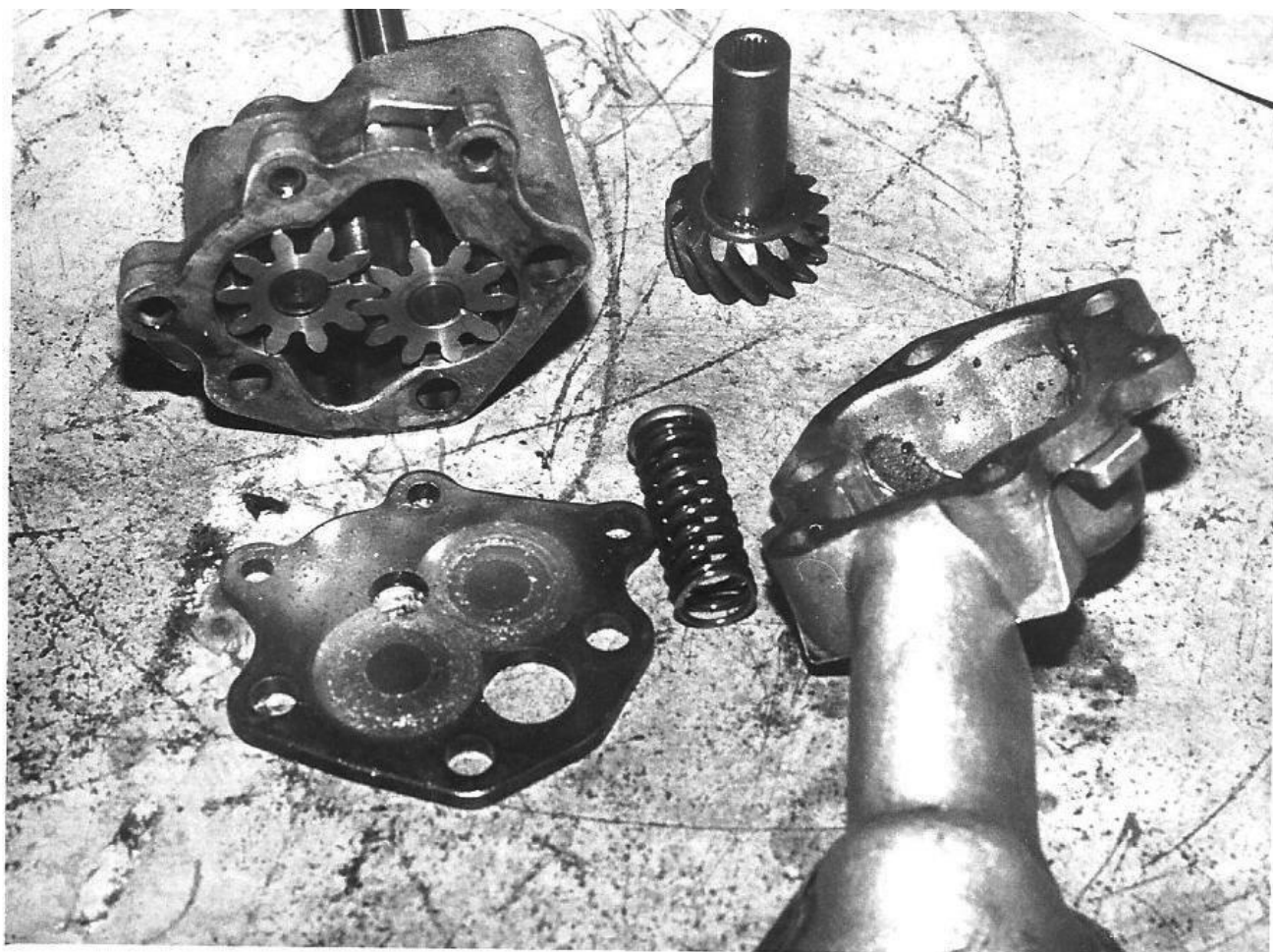
12.Esettanulmány

Egy kis mese, dokumentumok nélkül, az ész nélkül nagyon precíz autószerelő esetéről.

A szerelő egy Lada Niva terepjáró motorját újította fel. Olajszivattyút is újat szerelt bele. Az olajszivattyú egy házban lévő két kapcsolódó fogaskerék. A fogak közötti űr és a ház közötti terekben szállítja az olajat. Középen a kapcsolódás helyén nem szívárog vissza számottevő olaj. A szivattyú jellegzetes öntött szívócsöve a forgattyúház aljáról szívja az olajat és közvetlenül a motorblokkba nyomja azt. Van benne egy nyomáshatároló szelep is, de ez most mellékes. A szivattyú két csavarral van a blokk egy sík felületére alulról felcsavarozva, a nyomó csonk külső hengeres felülete központosít is. Nem kell tömítés az összeszorított két sík közé, mert ha ott elcseppen néha egy kis olaj az a motor olajába csöpög, nem kell sajnálni. A mi szerelőnk túl precíz akart lenni, ezért vastag kartonpapírból vágott ide a két sík közé tömítést

és a két csavar egyenlőtlen meghúzása miatt ferde lett a felfogás, tehát volt egy szöghiba a szivattyú egyik fogaskerekét hajtó, abból "kijövő" kerbfogazatos tengely és az ezt hajtó kerpfogazatos lyukú (kerbfogazatos agyú), a motorblokkban csapágyazott, fogaskerék lyuka között. Valaki rosszalta a lyuk szó használatát, mert szerinte a zoknin van lyuk a fémbe furat van. Én meg úgy gondolom (érezem), hogy a furat az, amit fúróval készítenek, a kerbfogazatos húzótüskével készül, ezért szerintem nem furat, hanem agy, vagy lyuk. Nem akarok vaskalapos lenni. merem használni a lyuk szót is. Egymással szögben (nem 180 fokban) álló, nem egytengelyű elemek forgatása forgó-hajtogató fárasztó igénybevétel okoz. Ez a fárasztó igénybevétel törte el 1-2 hét alatt az olajszivattyú behajtó kerbfogazatos tengelyét és mivel az itt említett fogaskerék kerbfogazatos lyukjának felső részébe bedugott, szintén kerbfogazatos gyújtáselosztó tengely tovább forgott, tehát a motor álló olajszivattyúval üzemelt egy darabig, amíg a vezető meghallotta a kioldott forgattyúcsapágyak kopogó hangját és leállította a motort. Arra nem emlékszem, hogy a főtengety forgattyúcsapjain keletkeztek-e repedések a hőssokktól, tehát, hogy újra köszörülve, túlméretes csapágycsésze garnitúrával megmenthető volt-e. Ha nem, akkor új főtengety is venni kellett. Van az úgy, hogy az ember túl jót akar és akkor rontja el, amit csinál. (Itt említem meg zárójelben azt, hogy egyesek a robbanómotor fogalmát sem szeretik, mondván, hogy az nem robban fel. Szerintük a "belsőégésű motor" a jó kifejezés. Ne legyünk vaskalaposok! Az ilyen dolgokon ne rágódjunk!

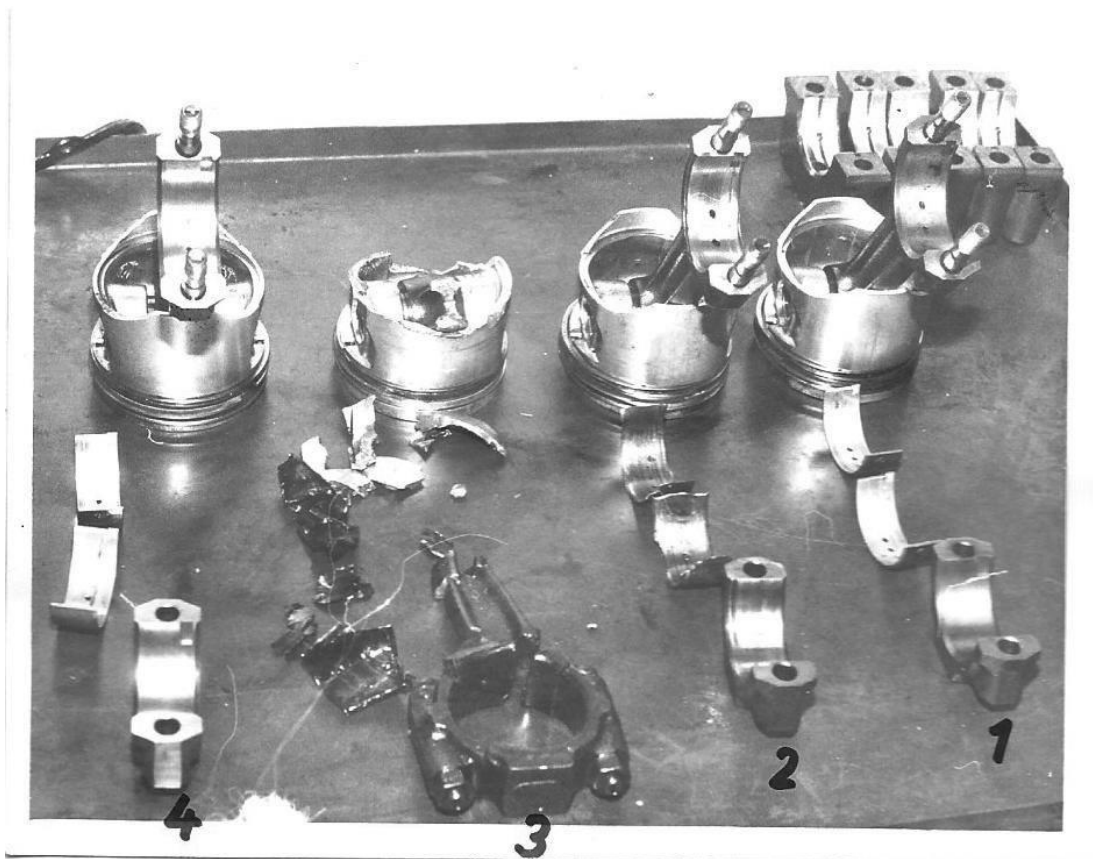
Találtam egy Fiat Tempra olajszivattyú képet. Ne legyen már ez a poszt kép nélkül. Tudjuk, hogy az oroszok a FIAT 124-et vették meg. Olyan ez a szivattyú, mint a Ladáké. Ott a szivattyút hajtó, a blokkban csapágyazott fogaskerék, a nyomáshatároló szelep rugója stb. Ezt a fogaskereket egy megesztergált és középen tengelyirányban befűrészelt seprűnyéllel felfelé ki lehet húzni, a gyújtáselosztó levétele után. Pár év után érdemes kicserélni, mert ha a kerbfogazatos kikopik a lyukából, leáll a szivattyú és megégnek a csapágyak.



13. Esettanulmány

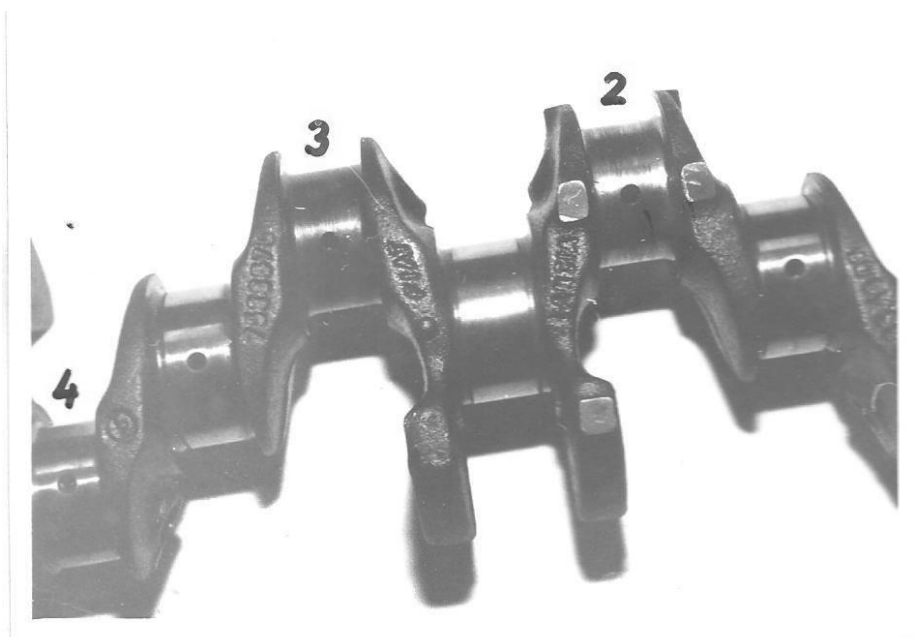
FIAT motor tönkremenetele nagyon hideg hajnalon.

FIAT Tempra 1,4 szgk. katasztófális meghibásodása, aminek a valószínű oka a kenőolaj előírt minimális hőmérsékletének túllépése minuszba. Nézzük az itteni képet! A 3. forgattyúcsapágó, a kenés kimaradása miatt berágódott, felhevült és csapágyperselye lágyacél része is felhevülve, a hajtókar és a forgattyúcsap oldalfelületei között, izzó állapotban, egészen elvékonyodva, darabokban kisajtolódott, majd eltört a gömbgrafitos öntöttvas hajtókar és a főtenge ly ellensúlya letördelt a dugattyú szoknyájából is.

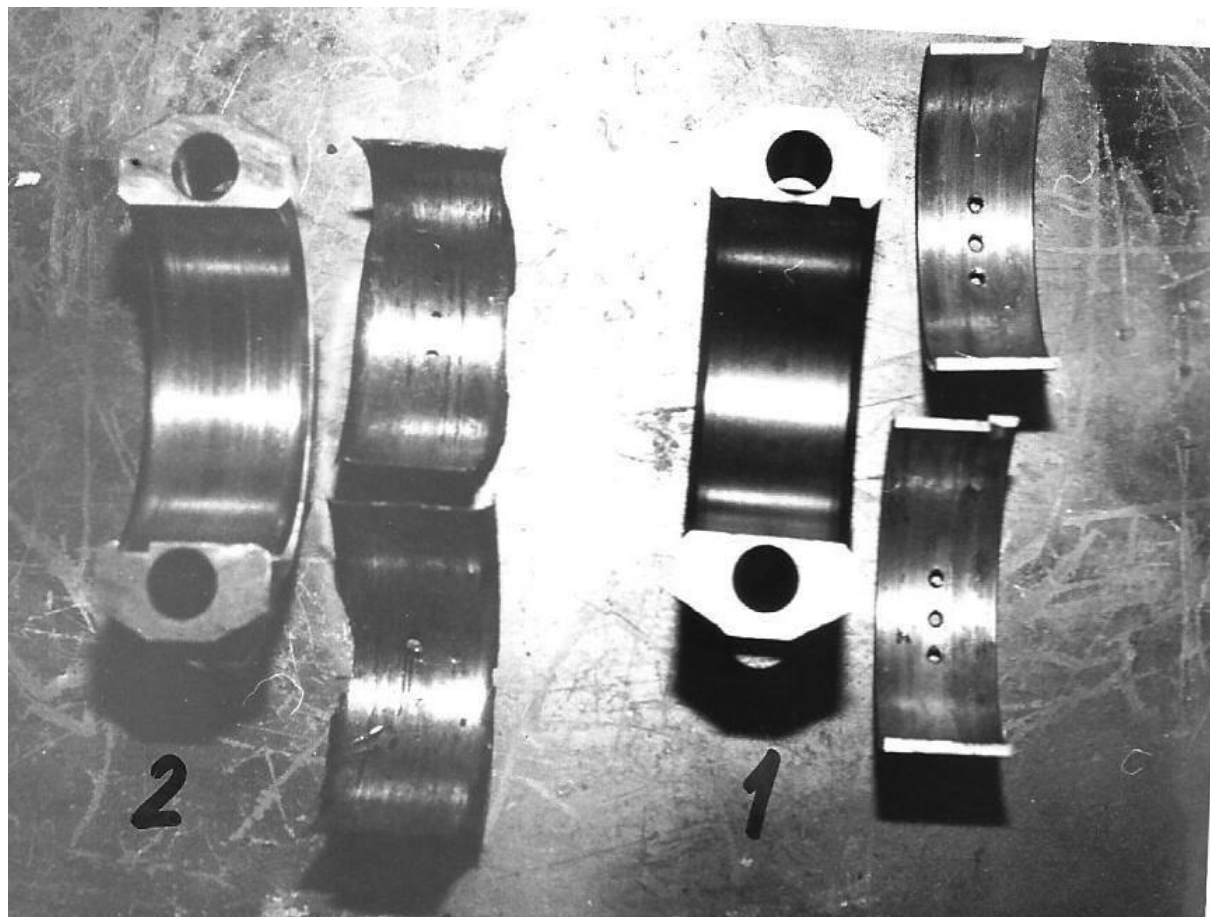


1. felvétel

Az itteni kép szerint, a főtenge ly 2. és3. forgattyúcsapja felhevült, olaj égett rá, bár ez nem annyira szembetűnő.



Ezen a képen az látszik, hogy a 2. forgattyúcsapágy perselyei is berágódtak, a forró üzemelés közben megszelesedtek. Az 1. forgattyú csapágy ép, a 4. is ép, bár azt itt nem mutatom. A kocsival a Tátrában voltak síelni, ahol éjszaka - 26 C fok volt a hőmérséklet. A motorban volt SAE 15W-50 motorolaj, amelynek ajánlott legkisebb környezeti hőmérséklete- 15 C fok, magasabb mint a kinti hőmérséklet. A Kémia Tanszék vizsgálta az olajat és annak folyáspontját -33 C foknak találta. Az ajánlott legkisebb környezeti hőmérséklet ennél 10 fokkal magasabb - 23 C fok, ami közel áll a - 26-hoz. A síelők 3 gépkocsival voltak a Tátrában: a vizsgált FIAT-on kívül egy öreg Skoda 120 L-el és egy 42000 km-t futott Suzuki 1,3-al. Az utóbbi kettőben is ugyanolyan olaj volt mint a FIAT-ban, de azok nem károsodtak. A motoron semmi rendellenességet nem találtam, így az maradt a megállapítás, hogy a tönkremenetel oka a kenőolaj megdermedése lehetett. Érdekes, hogy szakértői pályafutásom során csak ezzel az egy ilyen meghibásodással találkoztam.



14. Esettanulmány

Mindegyik szelepszár elhajlása és a szelepvezetők törése, csavar helytelen meghúzása miatt. Ez egy 16 szelepes Opel Kadett autó összes szelepének elgörbülését és összes szelepvezető hüvelye eltörését okozó szerelési hiba elemzése. Nem zanzásítottam. Itt az egész szakértői vélemény. Emésszék/emésszék meg! Tanuljunk belőle. A mai fogasszíjjal hajtott vezérműtengelyű autóknál gyakori a saját anyagból lévő retesszerű, húzótüskével megmunkálható alakzáró valami, amit csak tájolásra és nem nyomtécátvitelre terveztek. A nyomtécát a súrlódóerő viszi át. Akinek kérdése van, tegye fel itt és megválaszolom. A jelentés szövegéből - ma is aktív szakértőtársam tanácsára - a szervíz és a szereplők nevét fekete filctollal eltüntettem, ő ugyanis úgy gondolja, hogy ha nem vigyázok, személyiségi jogi ügybe keveredhetek.

Miskolc, 1996. február 9.
A megbízás kelte: 1996. február 8.
A megbízás módja: szóbeli

Műszaki szakértői vélemény

[REDACTED] gatti rendszámú Opel Kadett GSI 16V típusú személygépkocsi
motorjának meghibásodási okáról

A. A megbízás

Tisztelt Cím folyó év február 7-én telefonon megkeresett, ismertette gépkocsija korábbi javításának és közelmúltbeli meghibásodásának történetét, majd megkérdezte, hogy szerintem okozhatta-e a meghibásodást az előző javításkor elkövetett hiba. Kérdésére azt válaszoltam, hogy lehetséges, illetve, valószínű, s ezt a kijelentésemet egy korábbi hasonló ügyben, de más típuson végzett szakértői munkám tapasztalataival támasztottam alá. T. Cím gondolkodási időt kért, majd február 8-án reggel megbízott a meghibásodás okának megállapítását célzó szakértői feladattal.

B. Előzmények

T. Cím gépkocsijának motorjából csepegett az olaj és a hiba elhárítását [REDACTED] Szervízüzem[REDACTED]ben rendelte meg. Itt a forgattyúházfedél tömítését, majd a motor kenőolajszivattyójának tömítését cserélték ki. A kenőolajszivattyú leszerelése csak a vezérműhajtás szétszerelésével, a forgattyústengely végére csavarral felfogott, a vezérműtengelyeket hajtó fogazott hevederrel kapcsolódó fogazott szíjtárcsa leszerelése után lehetséges.

E javítás után a gépkocsi kb. 7.000 km-t üzemelt, majd menet közben motorja leállt.

A gépkocsit [REDACTED] Szervízüzem[REDACTED]be beszállították, s ott megállapították, hogy mind a 16 db szelep szára kihajlott és a szelepvezető hüvelyek eltörték.

A hiba - a vezérlés elállítódásának - okát keresve észlelték, hogy a vezérmű fogazott hevederét (szíját) meghajtó - a főtengely végére felfogott - fogazott szíjtárcsa forog a főtengelyen, az ezt rögzítő csavar pedig olyan laza, hogy kézzel kicsavarható.

A leszerelt fogazott szíjtárcsát a tulajdonosnak megmutatták, és a meghibásodás okaként a szíjtárcsa furatában lévő, annak saját anyagából üregelötüskével kimunkált "retesz" rész üzem közbeni letörését jelölték meg, s azt mondták, hogy ez természetes elhasználódás következménye.

C. A szakértői szemle megállapításai

A szakértői szemlére a [REDACTED] szervízüzemében került sor folyó hó 8-án 14,30 és 17 óra között.

A szakértő azon kérdésére, hogy az olajszivattyú tömítésének cseréjekor leszerelték-e a főtengely végéről a vezérművet hajtó fogazott tárcsát, [REDACTED] igen, mert a nélkül a szivattyú nem szerelhető le.

A főtengely végére szerelt vezérművet hajtó fogazott tárcsát megvizsgálva az alábbiak észlelhetők:

A tárcsa \varnothing 27 mm-es furatában a saját anyagából kimunkált "retesz" rész szélességi mérete 5 mm. Az \varnothing 27 mm-es furat hossza 30 mm. Az ebben lévő "retesz" hossza 15 mm. E "retesznek" azonban csak 7,5 mm hosszúságú része illeszkedik a főtengely reteszhornyában. Ez a 7,5 mm hosszúságú rész tört le. A retesz másik fele a tengely végén kívülre esik, az a helyén maradt.

A "retesz" eltört keresztmetszete tehát: 7,5 mm x 5 mm = 37,5 mm.

A letört reteszrész nem egyszerre, hanem kifáradással tört el.

D. A szemlén észlelték értékelése

A reteszek az olyan ismétlődő "fárasztó" igénybevétellel szemben, mint amelyet a vezértengelyek hajtása okoz (a szeleprugók összenyomása hajtó nyomatékot követel, majd kirugózásuk gyorsítja a vezértengelyt), méretükhöz képest kis teherbírásúak. Az ilyen saját anyagból kimunkáltak a hagyományosaknál is veszélyesebbek kifáradásra.

Ennek a "retesznek" nem is feladata a vezérműtengelyek hajtásához szükséges időben változó nyomaték átadása. E "retesz" feladata az, hogy a fogazott tárcsa a főtengelyhez viszonyítva megadott helyzetbe kerüljön és úgy is maradjon addig, amíg a

csavarját meghúzzák. Ha a csavart meghúzták, a főtengely és a fogazott tárcsák homokfelületei, valamint a csavar feje és alátétje között ébredő súrlódóerők nyomatéka bőségesen nagyobb, mint a hajtáshoz szükséges nyomaték-maximum, így az üzem közben a "retesz" kifáradásra nincs igénybevéve.

A gépiparban és a járműiparban sok esetben a súrlódóerőre bízunk a terhelés felvételét. Például a keréktárcsák és lendítő kerekek csavarjait úgy tervezik, hogy azokat az előírt nyomatékkal meghúzva, a terhelést (pl. vészfékezéskor is) a súrlódóerők vegyék fel, így a csavarok hajlításra és nyírásra soha ne legyenek igénybevéve.

Ha az eltört reteszt a nyomaték átvitelére tervezték volna, nyírásra igénybevett részét nem 7,5 mm hosszúra, hanem a tengelycsonk 22,5 mm-es hosszával azonosra készítették volna.

Az említett fogazott tárcsát felfogó csavar menete M16x1,5. Előírt meghúzási nyomaték $M=250 \text{ Nm} = 250.000 \text{ Nmm}$. csavar

A csavar középtátmérője: $d_k = 15 \text{ mm}$,

emelkedése: $h = 1,5 \text{ mm}$

menetemelkedési szöge: $\alpha = \text{artg} \frac{h}{d_k \cdot \pi} = 1,8^\circ$

a súrlódási tényező közelítőleg: $\mu = 0,15$

a súrlódási kúp félszöge: $\varphi = \text{artg} \mu = 8,5^\circ$

A csavarban a meghúzáskor ébredő erő:

$$F = \frac{2M}{1,5 d_k} \frac{1}{\text{tg}(\alpha + \varphi)} = 122280 \text{ N} = (12228 \text{ kp} = 12,2 \text{ Mp})$$

(Az 1,5 tényező a csavar fejének súrlódását veszi figyelembe)

Ez az összeszorítóerő a tengely válla és a fogazott tárcsa válla között, amelyek közepes sugara $r_k = 15,9 \text{ mm}$,

$\mu = 0,1$

nagyságú súrlódási tényezővel számolva:

$M = \mu \cdot F \cdot r_k = 0,1 \cdot 122280 \cdot 15,9 = 194425 \text{ N} \cdot \text{mm} = 194 \text{ Nm} (19,4 \text{ mkp})$ súrlódó nyomatékot hoz létre, ami bőségesen elegendő a vezérműengelyek hajtásához, így a "retesz" rész megfelelően meghúzott csavar esetén fárasztó igénybevétellel nincs terhelve, tehát üzemelés közben soha sem törik el.

A csavar szárát azért tervezték hosszúra (rugalmasra), hogy az összeszorító erő az üzem közben (a melegedések és lehülések miatt) csak igen kis mértékben változzon.

A retesz által tartósan átvihető fűrésztő jellegű hajtónyomaték nagysága:

$$M_{\text{retesz}} = A \cdot \tau \cdot \frac{d}{2} = 37,5 \cdot 50 \cdot \frac{27}{2} = 25313 \text{ Nmm} = 25,3 \text{ Nm} (2,5 \text{ mkp}).$$

ahol "A" a retesz nyírt keresztmetszete, " τ " közepes szilárdságú acél lüktető igénybevételre megengedett nyírófeszültsége (Kovács: Műszakiak zsebkönyve MH8. táblázat.) "d" pedig a tengely átmérője.

Az előző két nyomatékérték azt mutatja, hogy az előírás szerint meghúzott csavar mintegy nyolcszor akkora nyomaték átvitelét teszi lehetővé a "retesz"-hez képest.

Az $M = 250 \text{ Nm}$ nyomatékkal meghúzott csavar nem engedi elfordulni a fogazott szíjtárcsát a főtengelyhez képest, így a csavarrögzítő ragasztóanyag alkalmazása nélkül sem lazul el.

E. A meghibásodás okának összefoglalása:

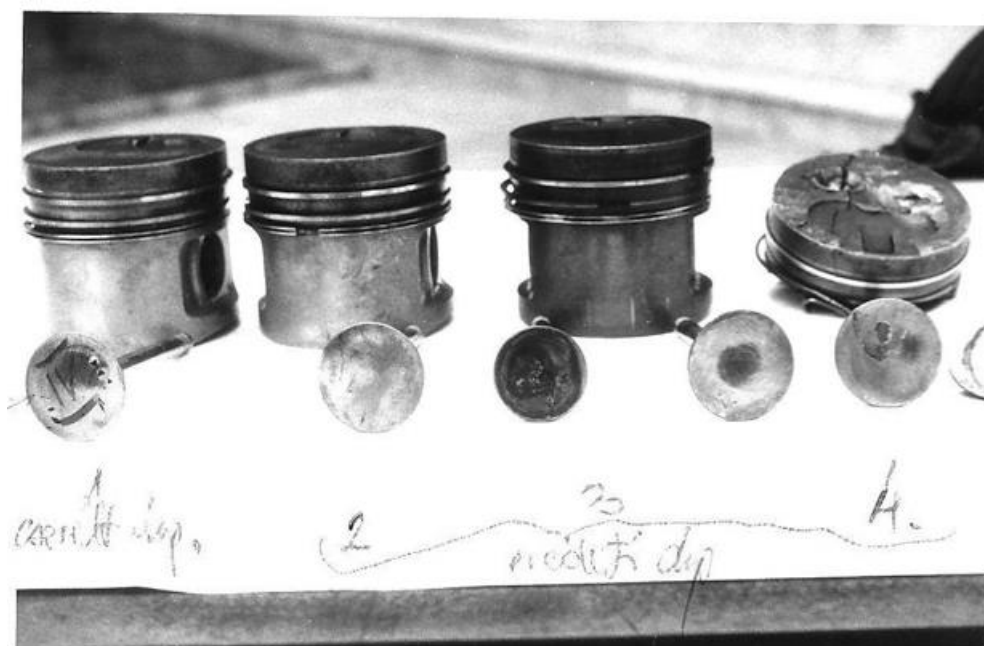
Az az észlelés, hogy az itt említett csavart a meghibásodás után kézzel ki lehetett csavarni, valamint az előzőekben leírt elv és elvégzett számítások is bizonyítékok arra, hogy a motor szelepeinek és szelepvezetőinek tönkremenetelét szerelési hiba, az előírt meghúzási nyomatéknál sokkal kisebb meghúzási nyomaték alkalmazása, így nem a hajtónyomaték átvitelére tervezett "retesz" üzem közbeni fűrésztő terhelése és kifáradásos törése okozta.

Megjegyzem, hogy a szakértői szemlén fényképfelvételeket és rajzot készítettem. Tekintettel arra, hogy T. Megbízóm ezt az anyagot a [REDACTED] ügyvezető igazgatónak küldi meg, s az alkatrészek ott rendelkezésre állnak, ezek dokumentálásától itt eltekintek, de kérésre ezeket később mellékelni tudom.

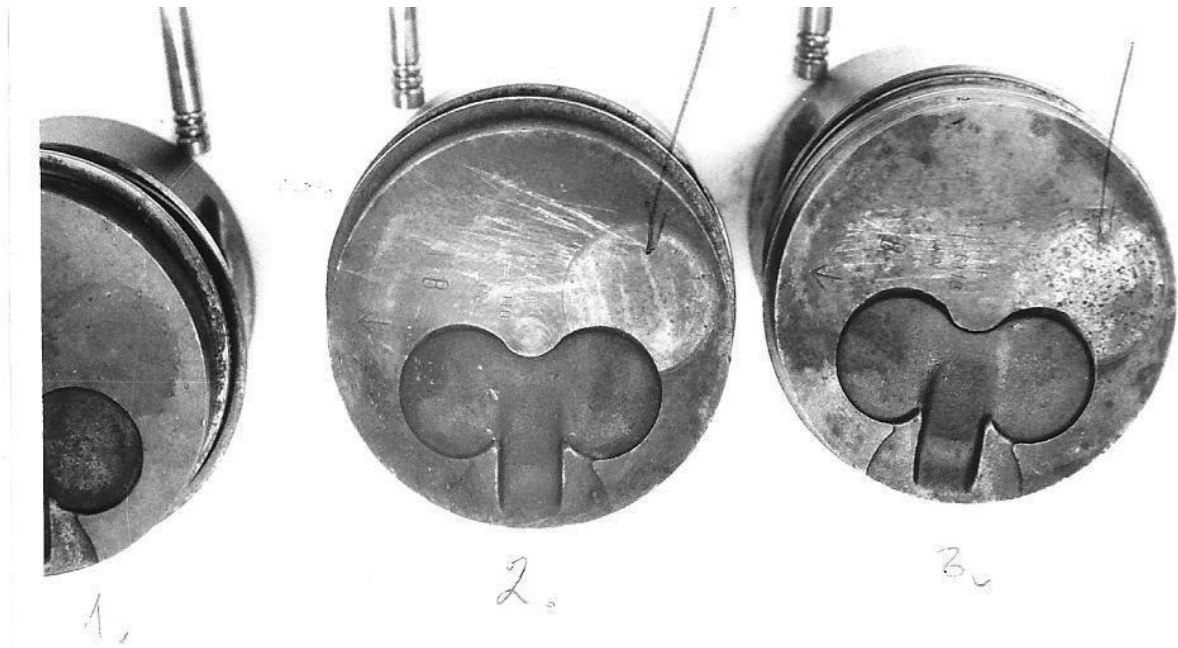

 Dr. Sárvari József
 okl. gépészmérnök, egyetemi adjunktus
 igazságügyi műszaki szakértő
 Lakás: 3534 Miskolc, Benádek u. 21.
 Tel: 265-111118 / 374-313

15. Esettanulmány

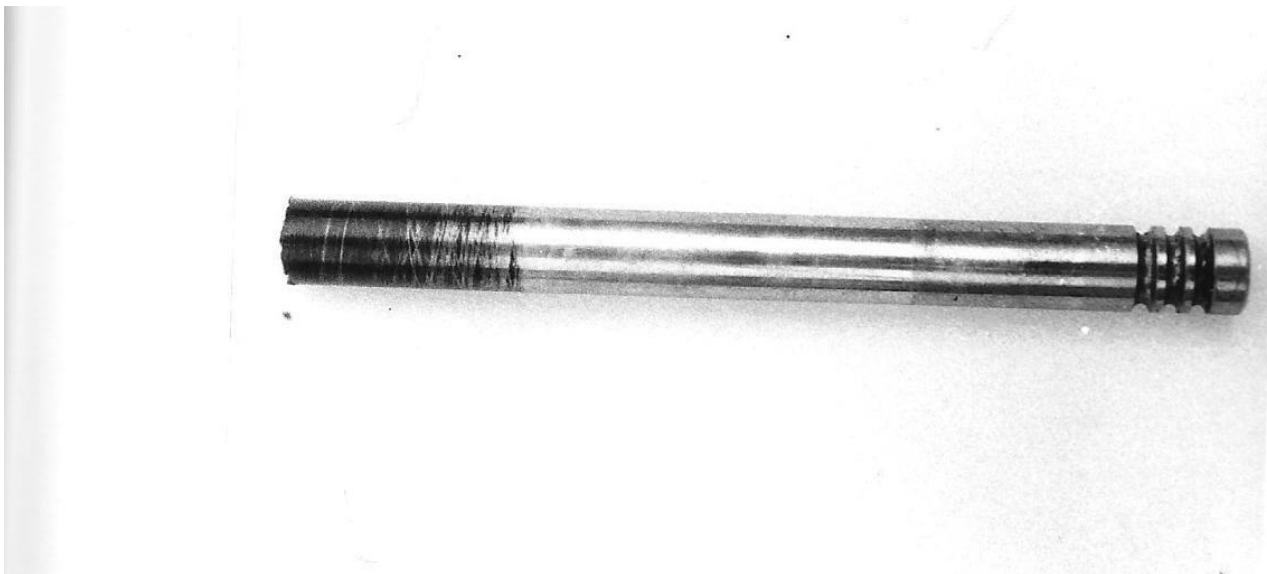
A szelepszár kifáradásának oka dieselmotoroknál. A Diesel motorok kompressziótétele kicsi, azért, hogy a sűrítés miatt felhevült levegőbe beporlasztott gázolaj gyulladjon meg. Ezeknél tehát a felső holtpontban nagyon közel van a dugattyú a hengerfejhez. Ha a szelepvezérlés nem előírás szerinti, tehát nem az előírt relatív helyzetben van a főtengety és a vezérgömb, a dugattyú és valamelyik szelep összeverődik. Ilyenkor, ha kicsi a vezérlési hiba, a szeleptányér hosszabb üzemelés után kifáradással törik le, a dugattyú és a hengerfej kalapálja, törik a dugattyú sérül a hengerfej, amiknek a javítása igen költséges. Itt a két képen, letört szeleptányért és törött dugattyút látunk.



Itt látszik jól az összeverődés a 2. és a 3. henger dugattyúján.



Itt pedig a letört szeleptányér szára. Emlékezzetek/emlékezzenek az előző esettanulmány Opeljénél írtakra. Ott teljesen megbomlott, folyamatosan elállítódott a vezérlés a fogasszít tárcsájának a főtengegyen való megforgása miatt. Itt a helytelenül beállított vezérlés állandó maradt egészen addig amíg letört a szeleptányér és összetört a dugattyú. Nem akarom untatni az olvasót azzal, hogy ez a motor kétszer is tönkrement a vezérlés hibás beállítása miatt és ezek a javítások, a hengerfej hegesztésével és megmunkálásával. valamint az új alkatrészek árával együtt 268000 Ft-ba kerültek 1995-ben. Azt azért leírom, hogy a hengerfejet javító új szelepek árát számolta el és amikor párszor 10 km megtétele után a motor újra leállt, kocszos(régi) szelepeket találtunk a hengerfejben. Nem mutattam meg, hogy a szelepszárak törését kifáradás okozta, de higgyék el nekem.



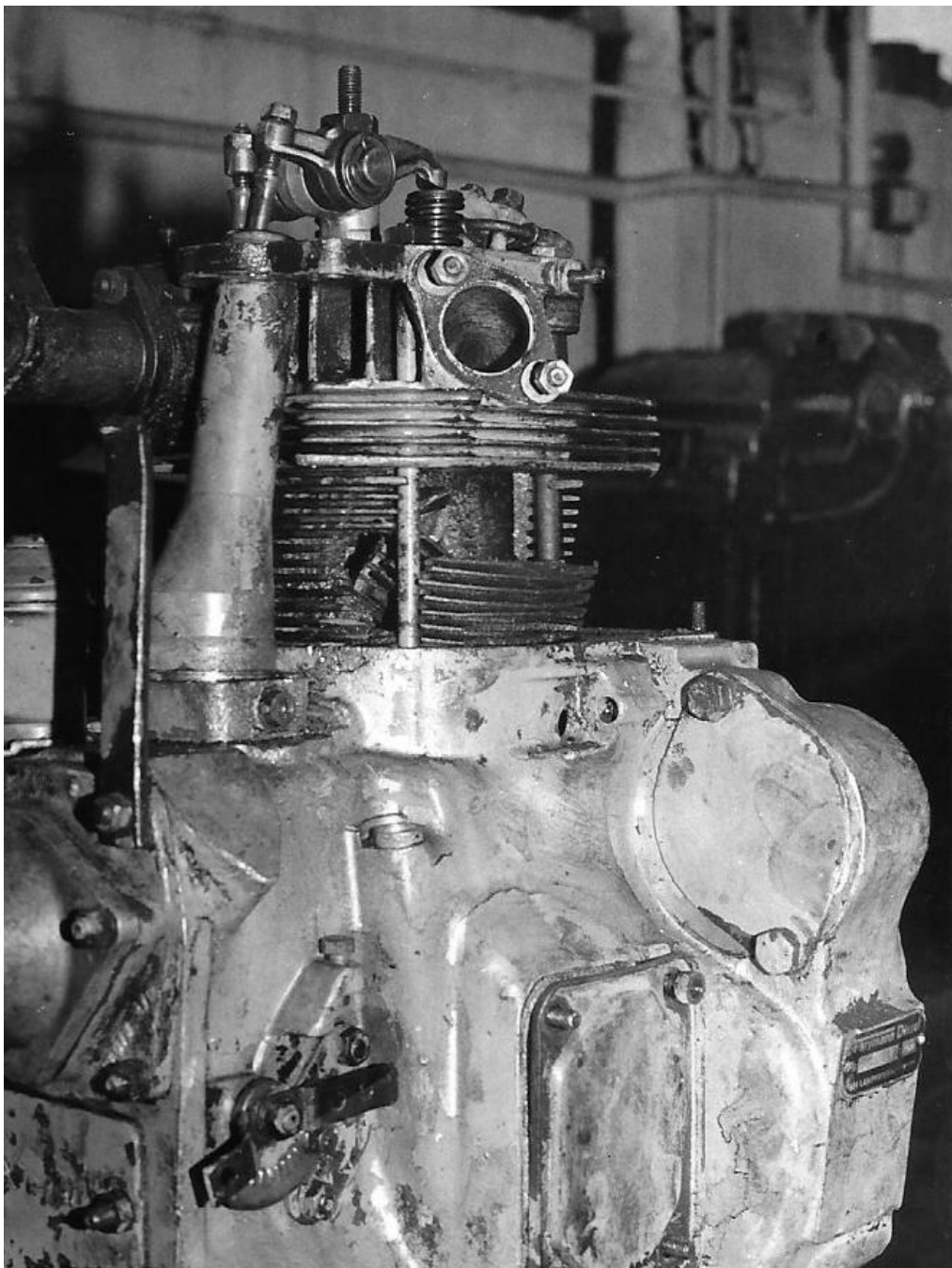
Az előző részben azt tárgyaltuk, hogy ha kicsi a vezérlési hiba, a szelepszár hosszabb idő alatt (néhány hét alatt) kifárad és ettől eltörik. Ha megbomlik egy diesel motor vezérlése és hirtelen nagy vezérlési hiba áll elő, pl. mert elszakadt a vezértengelyt hajtó fogasszíj, a szelepszár kihajolhat, mint ahogy az itteni képen látszik. A szelepek szívós (nem rideg) anyagból készülnek, így a szelepszár egy túlterheléstől soha sem törik el, hanem elhajlik, vagy kihajlik. A dieseleknél, ahol a szelep szimmetriatengelye párhuzamos a dugattyúéval és a dugattyú felső felülete sík és párhuzamos a szeleptányér síkjával, az Euler féle kihajlási esetek IV.esetének megfelelő kihajlás következik be, olyan mint itt a képen. Az előzőleg tárgyalt 16 szelepes benzinmotor szelepei, amelyek ferdén állnak a dugattyúhoz képest, a vezérlés megbomlásakor elhajlanak. Újra hangsúlyozom, hogy szelepszár, csak kifáradás miatt törhet el, kicsi vezérlési hibánál. Megemlítem még azt, hogy a nem túl nagy motorok szelepeit egy a szelepszárral közel azonos átmérőjű rúddarab villamos duzzasztásával (egy réz persely és réz üllőre feszültséget kapcsolva, a rúd végét nyomva, ezzel a másik végét az üllőnek nyomva, az üllőt közben távolítva, nagy fejet képeznek, majd ezzel a meleggel, süllyesztékbe kovácsolják a szeleptányért. A nagy stabil motorok szelepeit egy kovácsolt szeleptányér és egy rúd leolvastó villamos ellenállás- hegesztéssel összehegesztve gyártják.

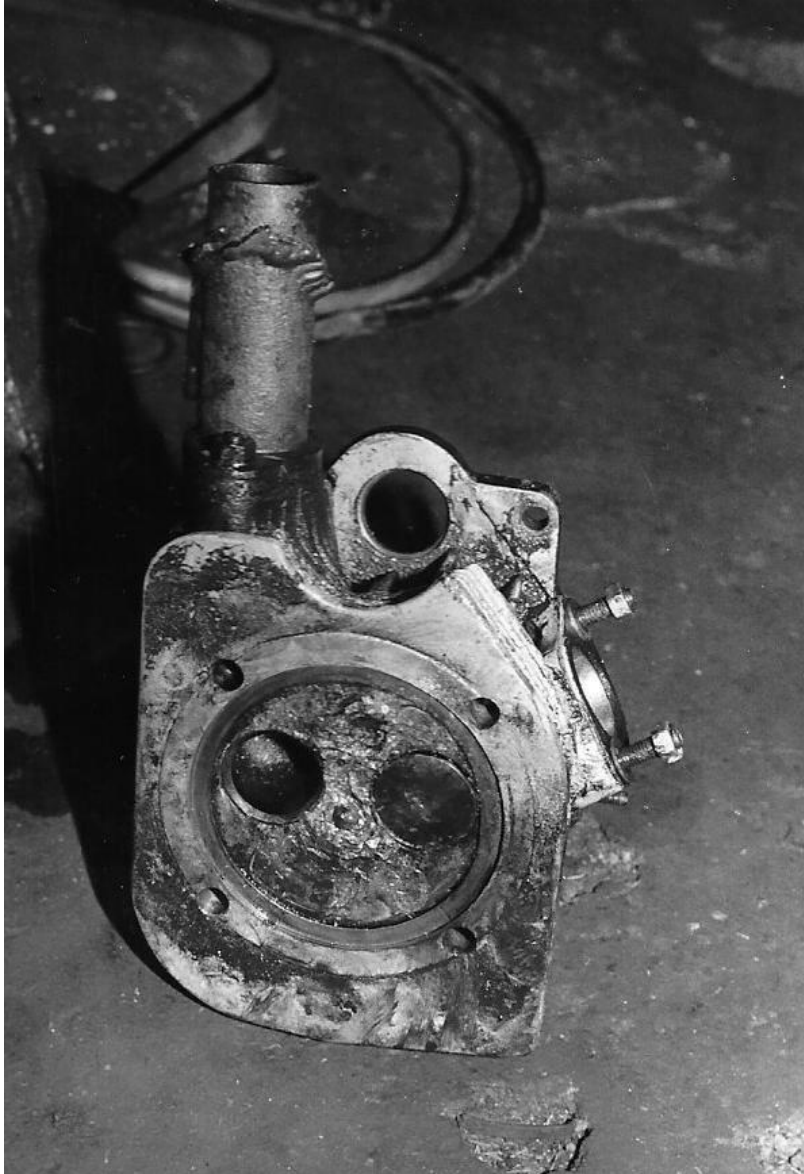
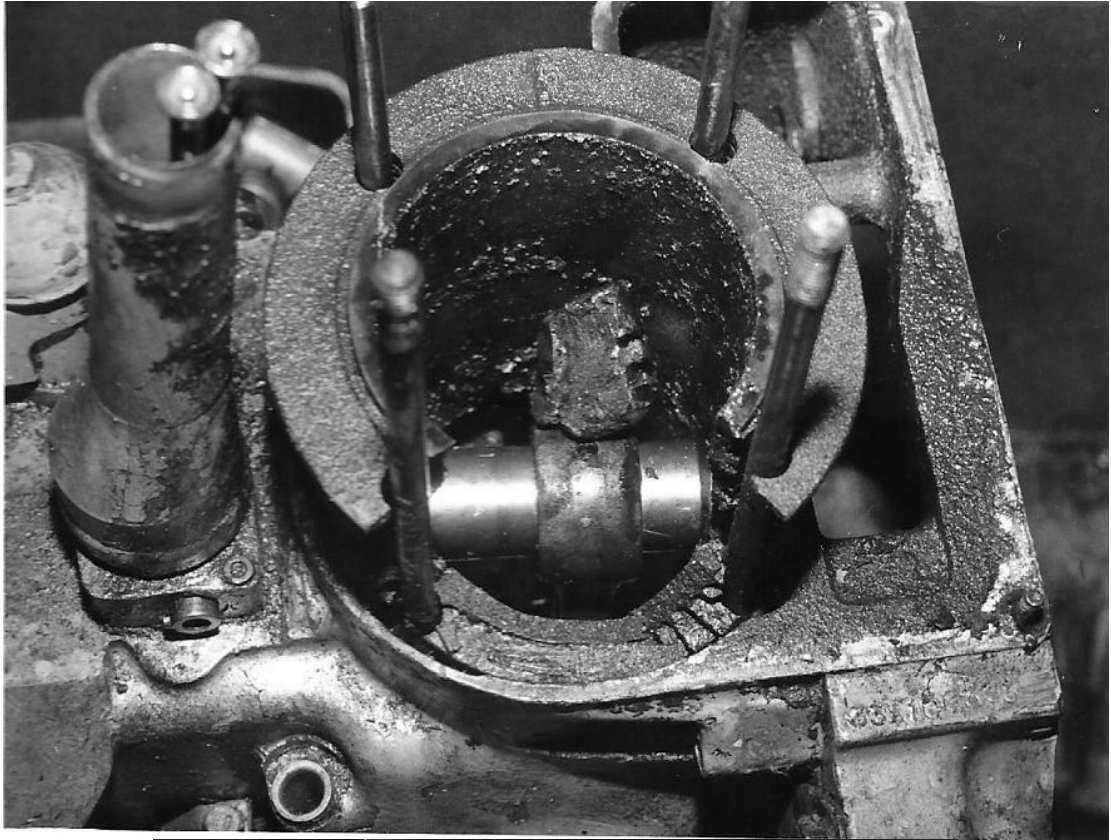


16.Esettanulmány

Vibromax Farimann Diesel motoros kis úthenger 600 köbcentiméteres 10 lóerős , 2500/min fordulatszámú, 40 kg lendkerék tömegű motorjának tönkremenetele. A kis úthengert kölcsönvevő cégnél történt a képeken látható katasztrófális meghibásodás. A kölcsönadó szerint a motort a kölcsönvevő szakszerűtlen használata, olaj nélküli üzemeltetés tette tönkre, ezért polgári pert indított. Előbb lássuk a meghibásodásokat!

Az utolsó két képen látjuk majd, hogy a motor egyik szelepszára eltört, így a leeső szeleptányér a dugattyú és jobb oldali képen lévő hengerfej közé kerülve, szétvágta a dugattyút, ami kitörte a léghűtéses henger oldalát (lásd a bal oldali és a középső képen). A hengerfej sérülései a jobb képen látszanak az Al ötvözet motorblokk is megrepedt. A több darabból összesajtolt főtengely két nyugócsapja elfordult egymáshoz képest. Az 1 hengeres 4 ütemű Diesel motorhoz nagy tehetetlenségi nyomatékú (a megengedett egyenlőtlen ségi fok mellett), sok energiát tárolni képes lendkerék kell. A motor $m = 40$ kg tömegű lendkereke, 2500min fordulatszámon, 35 kJ energiát tárol. Ez annyi mint amennyi egy 350 kg tömegű test 10 méterről való leejtésekor, a talaj alakítására fordítódik. Ennek köszönhető a meghibásodáskor végbement nagy rombolás.





Itt látszik az eltört szárú kipufogó szelep

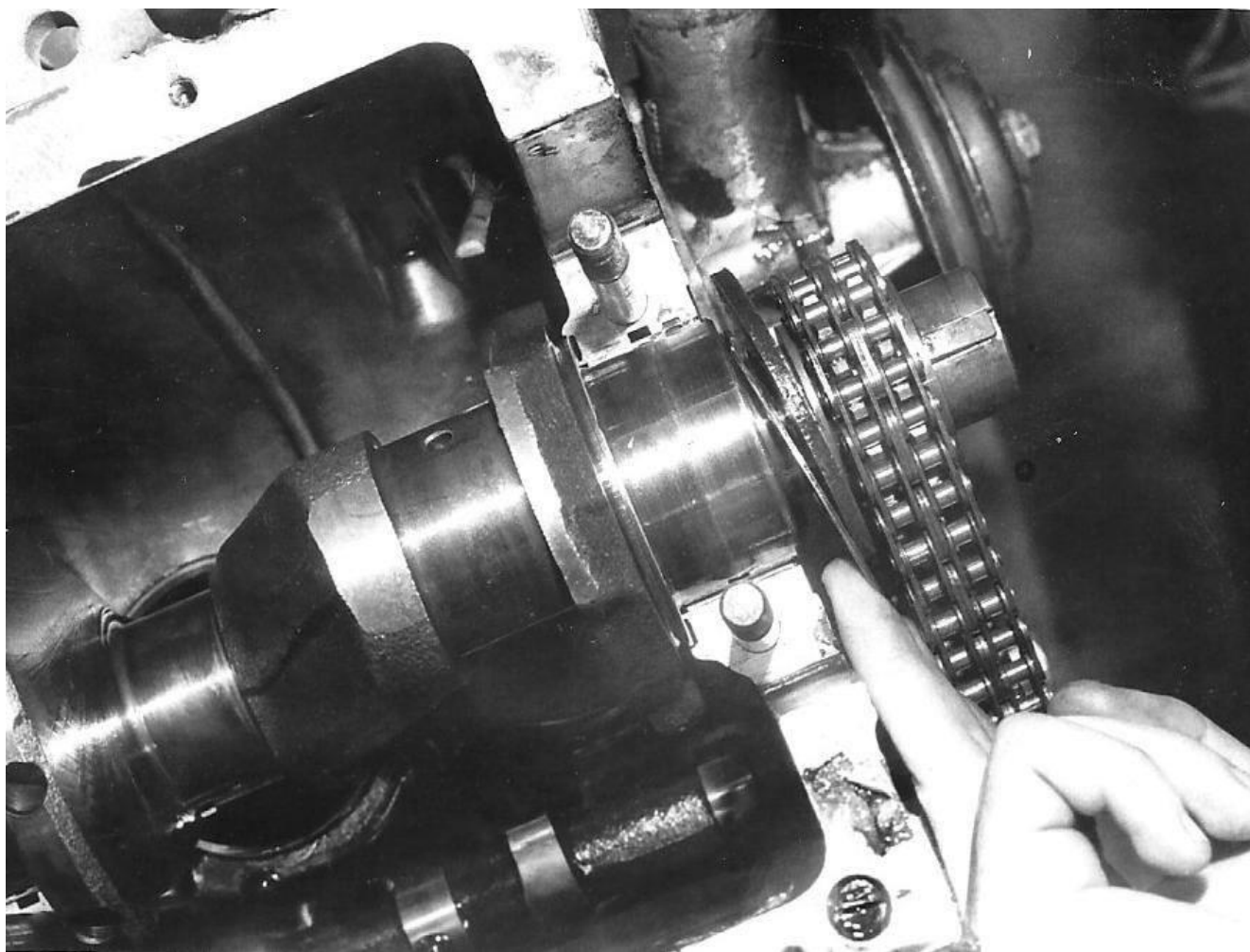


Az itteni képen pedig a szelepnek a hengerfejben maradt törési felülete látható (a szeleptányéron lévő törési felület elverődött). Tekintettel arra, hogy a szelepszár törési felülete a meghibásodás és a szakértői szemle között megrozsdásodott, azt 10%-os sósav oldatban végzett pácolás után vizsgálhattam. Ez a törési felület csodaszép kifáradás során keletkezett felület, amely a jobb oldalon keletkezett kicsi repedés létrejötte után, a terhelések (a szelep záródások) ismétlődése során egyre mélyebb lett jobbról balra haladt a repedés frontja, ahogy a felületen az íves vonalak, a repedés korábbi frontjai mutatják, majd amikor már az ép anyag rész pár %-ra csökkent leesett a szárról a szelep tányérja és indult a nagy rombolás. Ennek a kifáradásos repedésterjedésnek az az oka, hogy a szelep szára, minden szelep zárásnál kapott egy hajlító igénybevételt, a szeleptányér és a szelepfészkek egytengelyűségének hibája miatt, amely hiba a szeleptányér köszörüléssel felújításakor, vagy a szelepfészkek marása és csiszolása, de valószínűbb, hogy a szelep és a dugattyú korábbi, szelepvezérlési hiba okozta összeverődése során alakult ki. Ez a törés nem pár nap (a kölcsönzés ideje alatt) zajlott le, hanem annál sokkal hosszabb idő alatt, így az úthenger meghibásodása nem a kölcsönvevő tevékenységének következménye. A felületen lévő fekete pontocskák a rozsdásodás következményei.



17. Esettanulmány

A Skodába fordítva beszerelt támcsapágó súlyos károkat okozott. Ha nyomjuk a kuplungot a Skodánál, a főtengety előre nyomnánk., ha nem támasztaná a támcsapágó. A támcsapágó a főtengety elülsőnyugvócsapjának válla és a blokk első nyugvócsapágó hrelének homloklfelülete között tud axiális támasztóerőt biztosítani. A baloldali képen látszki az, hogy a támcsapágó a főtengety válla és a blokk között úgy helyezkedik el, hogy a támcsapágó acél része az acél főtengety vállának nyomódhat, fehér csapágófém oldalapedig a blokk Al ötvözet részének. Nem így tervezték ezt, hanem fordítva, Így a támcsapágó a főtengetyjel együtt forog, a csapágófémbe tapadó abrazív anyagok pedig koptatják a blokk homloklfelületét. Tessék megkeresni ott a kopás okozta mélyedést! Ha a támcsapágó nem támaszt a kuplungolásnál, valamelyik dugattyú, hajtókarja és forgattyúcsapágó veszi fel az axiális erőt és a előbbutóbb károsodik. Itt a hajtókar, ami ezért tört el (középen) és itt a csapágócsésze, ami felhevült és tönkrement, de alább mutatom a motorblokkot, ami eltört és cserélni kellett.

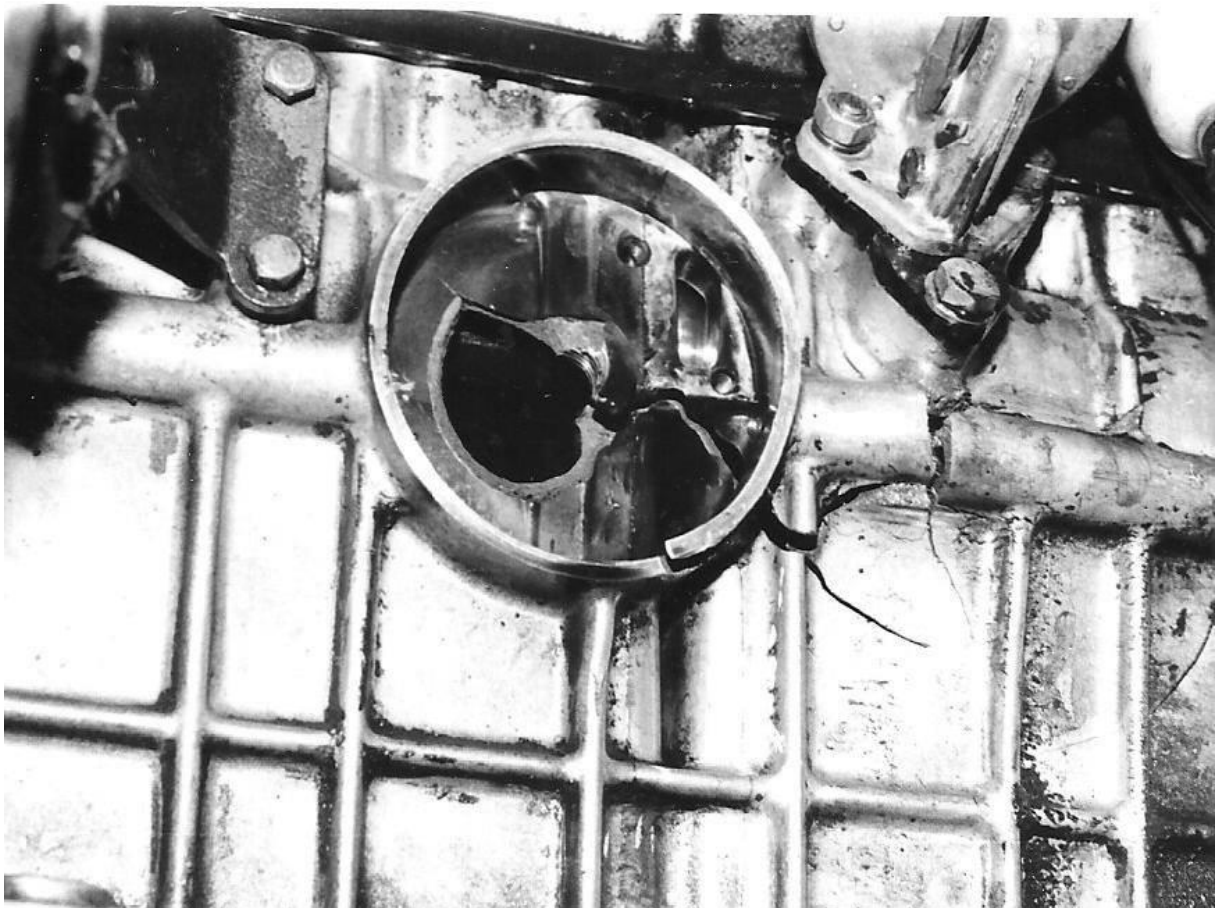




6 2



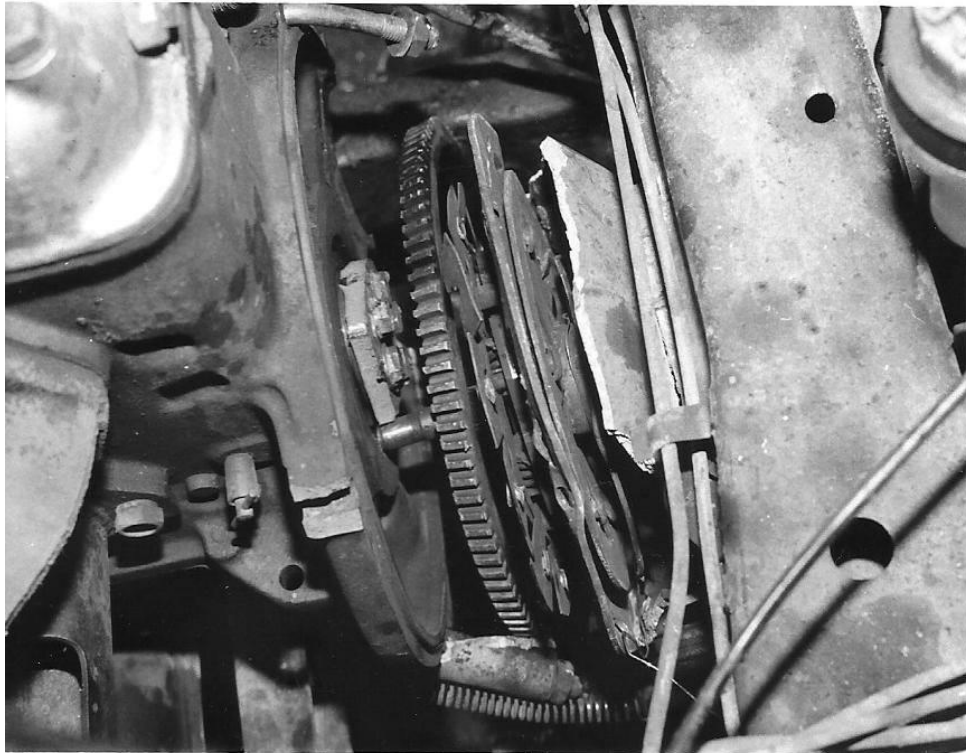
A motorblokk is megrepedt. Így a javítási költség az olcsó Skodánál, 1990-ben 24337 Ft lett. Bevallom, hogy nagyon megszendvedtem, mire az autó alatt kushadva, hosszú idő után rájöttem, hogy a meghibásodás oka a támcsapágó fordított beszerelése volt. Emlékszel Csík Bandi? Te is ott voltál az iskola műhelyében 1998-ban.



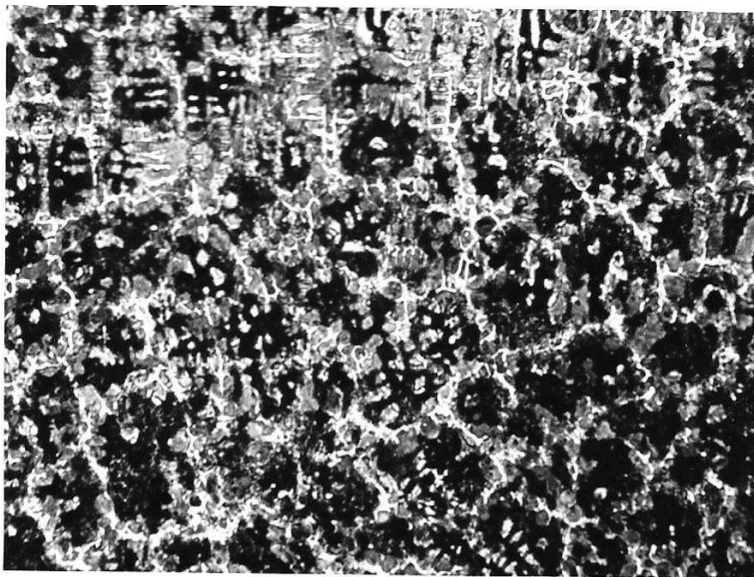
18. Esettanulmány

Wartburg motor felpörgetésekor szétrepült lendítőkereke törésének valószínű okáról. Wartburg motor felpörgetése közben darabokra tört és a helyéről kirepült lendítőkerekének darabjait, kitört oldalfalú kuplungházát, és a kuplungnak a kuplungházban maradt részeit látjuk az itteni két felvételen. Nem tudjuk, hogy mekkora fordulatszámra történt a törés, azt pedig nem mertük kísérletileg megmérni, hogy mekkora percenkénti fordulatszámra képes ez a motor teljes gáznál, üresjáratban. Ilyen ügyben tapasztalt mérnököktől azt tudtuk meg, hogy évente 10-nél kevesebb ilyen lendkerék szétrepülés történik. Úgy gondolom, hogy a lendkeréknek a motor ész nélküli bőgetése esetén sem lenne szabad szétrepülni, mert az halálos sérülést is okozhatna. Ezen szűkös lehetőségeink között azt vizsgáltuk meg, hogy a lendkerék anyagának minősége közrejátszhatott-e a szétrepülésben.





A lendkerék és a kuplungszerkezet szabadszemmel végzett vizsgálata során nem találtunk olyan elváltozást, ami a szétrepülésben közrejátszhatott volna. A tengelykapcsoló tárcsával való súrlódása helyén pl. nincsenek a csúszó kuplung okozta hőszokk által okozható repedések. A gépkocsi nagyon sok alkatrésze megsérült, amelyek helyett új kell: A törési felületek elektronmikroszkópos vizsgálata szerint, a szétrepülés előtt a lendkerékben kifáradási repedések nem keletkeztek. Az anyag keménysége: HB $2,5/187,5/30 = 229$, ami normális. Szakító szilárdsága: $R_m = 299$ MPa, normális. Az itteni $N = 100X$ -os nagyítású, maratott csiszolatról készült mikrofelvételen perlit + grafit + ledeburit látható. A mikroszópon megállapított 15-41% cementit szerintem nem megengedett és ez oka lehet a lendítőkerék szétrepülésének. A keletkezett kár értéke az Állami Biztosító szerint: 44.907 Ft (1989 márciusában).



9. kép

$N=100X$ Marószers: 5 % HNO_3

19. Esettanulmány

Egy a csapszeg gyártásakor használt nagyon életlen fűrő miatt nagy kár keletkezett a ZUK motorjában. A baloldali kép bal oldalán összetört dugattyú, mellette jobbról fent ennek dugattyúcsapszege 7 darabra törve, a jobb oldali képen ennek a dugattyúnak a hajtókarja, lent kissé balra, a csapszegdarabok alatt, a hajtókar kis fejének a letört fele van.

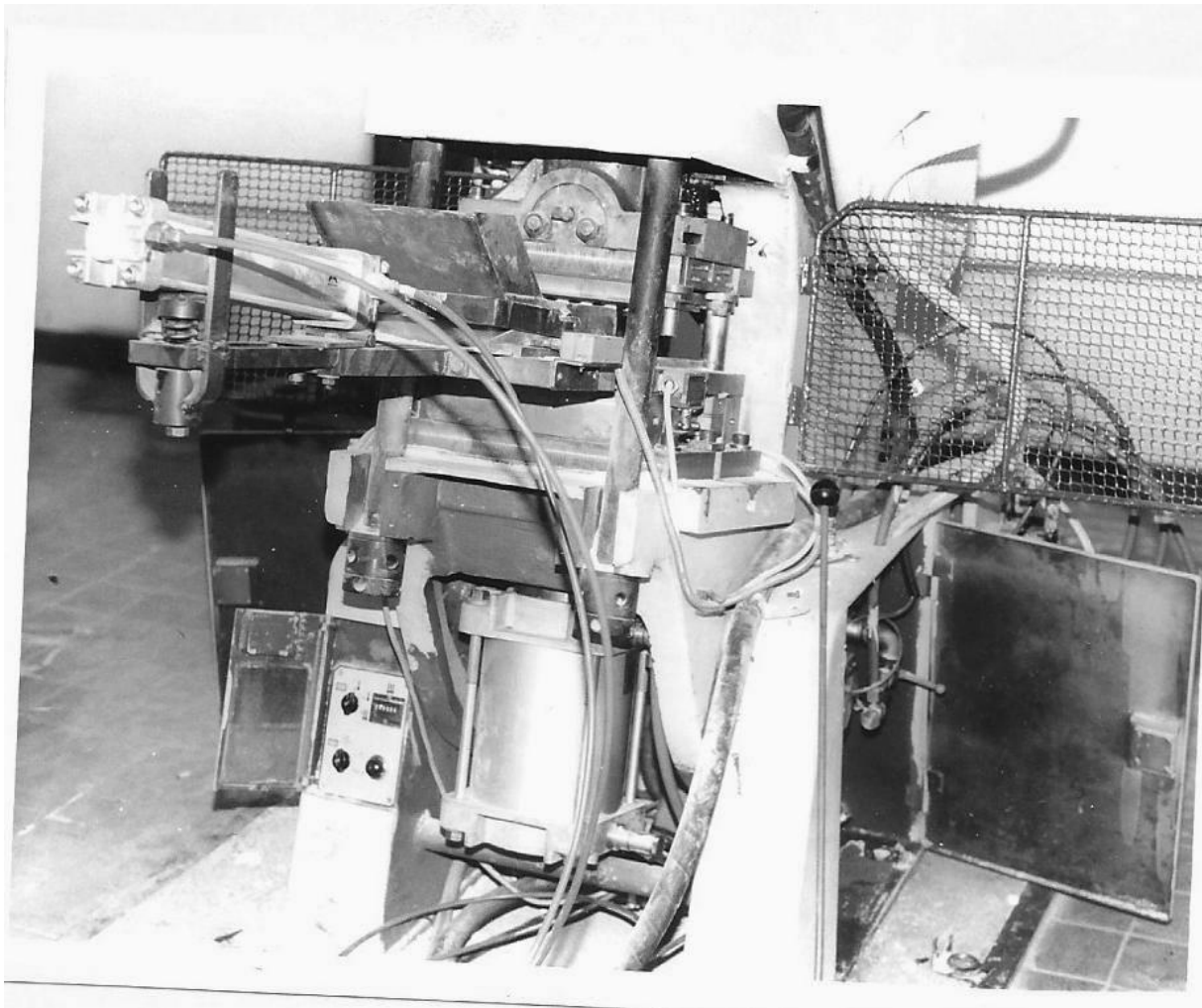


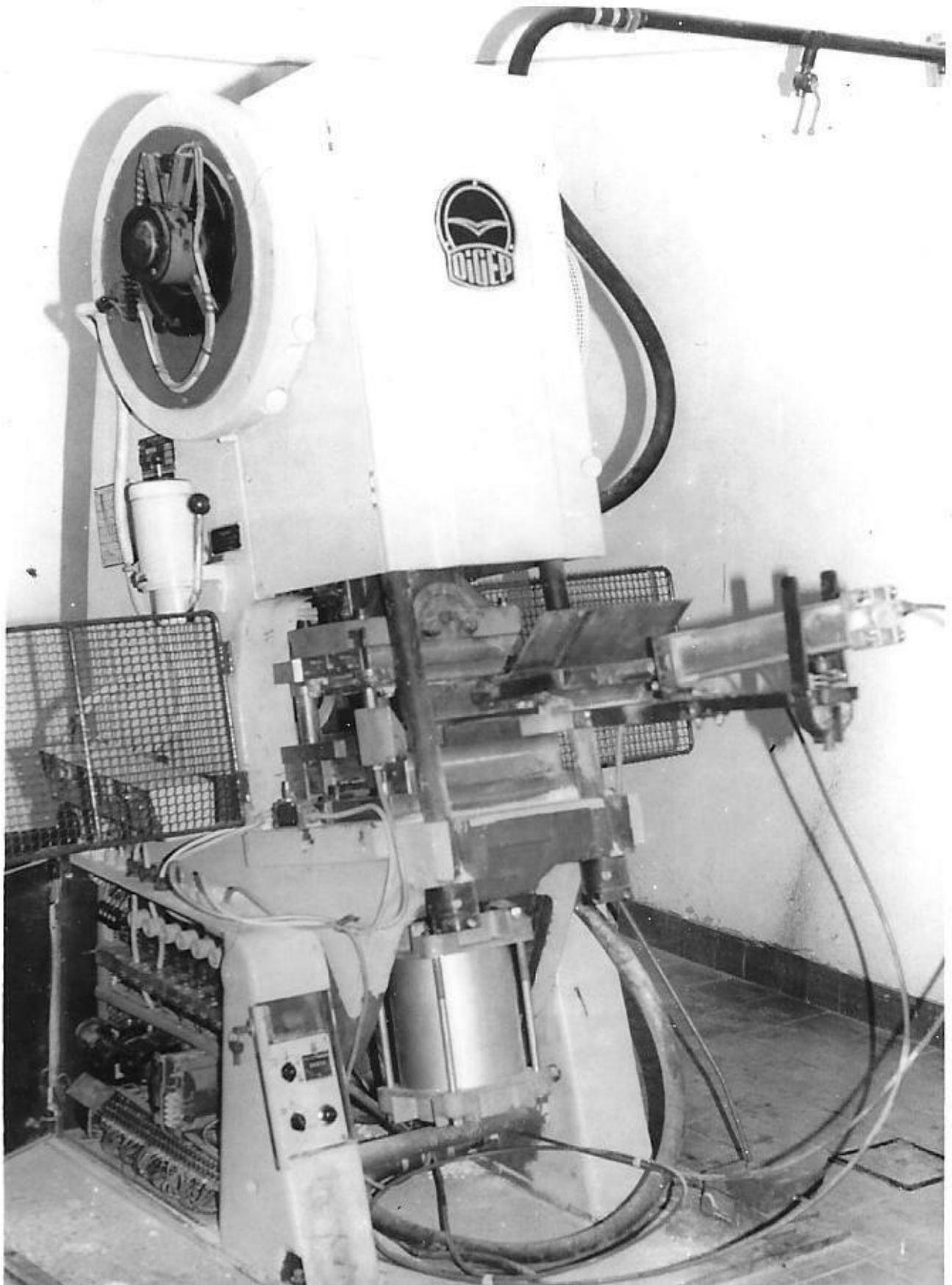
Nézzük az itteni képet! Ez a 7 darabra szétbontott csapszeg egy darabja. Ennek gyártása során, a tömegcsökkentés céljából az anyagba belefúrt furatot nagyon életlen fúróval fúrták ki, ezért a furat felülete nagyon érdes lett. Ennek következménye az, hogy a kisteherautó futása közben kifáradásos repedések keletkeztek a csapszeg belső felületén, azok a használat során egyre nőttek, majd 30000 km út megtétele után a csapszeg darabokra tört, élei elforgácsolták a csapszegperselyt, letört a hajtókar kis fejének a fele, majd összetört a dugattyú és a motorblokk is megsérült. A motor javítása 1988. júliusi árakon 20600 Ft-ba került. Ilyen csapszeg-töréssel szakmai pályafutásom során, csak ebben az esetben találkoztam. Tessék megnézni ezeket a sima törési felületeket! Ilyenek csak kifáradással alakulhatnak ki.



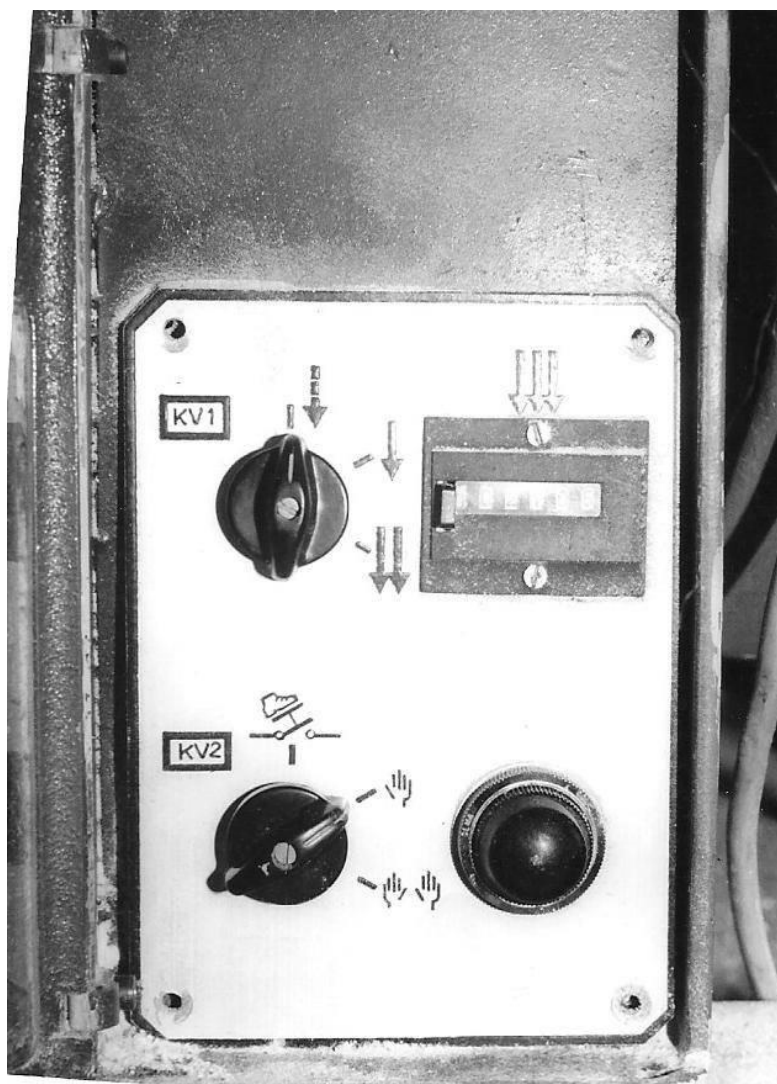
20. Esettanulmány

Nem a körhagyó-sajtó (excenter prés) a hibás azért, hogy két ember egyik kezét csonkolta. Egyik szakterületem a képlékeny hidegalakítás volt, ezért foglalkoztam az alakítógépekkel is és még szakértői munkát is végeztem ezen a területen. Ebben a munkában Dr Mádai Ferenc, a ME Elektrotechnikai Tanszékének oktatója volt a társszakértő. Nézzük a fotókat! Az itteni képeken a Diósgyőri Gépgyárak DKS 25 A típusú körhagyósajtója látható szőlőcukor por automatikus tablettázására alkalmas berendezéssel felszerelve. A gép asztalára egy sok furatú szerszámlap van felszerelve, ezekbe, a furatokba kis játékkal illeszkedő, alul vállas ellenbéllyeg-kilökök vannak, amelyek az ellenbéllyeg tartólapba vannak befogva és amely tartólapot a gép asztala alatt látható pneumatikus munkahenger mozgat le-fel. A gép nyomószánjára van felfogva a szerszám béllyegtartója, amelyben a szerszámlap-furataiba belejáró béllyegek vannak beszerelve. Látszik a képeken az a portartó is amelyik bejár a két szerszámfél közé, és amelyet az ott látható pneumatikus munkahenger mozgat. A szerszámra illetve a gépre 4 db végálláskapcsolót szereltek, amelyek segítségével automatizálni tudták a tablettázást. Ezek a végálláskapcsolók a következők. E 1: zár ha kinti végállásában van a portartó. E 2: zár, ha a szerszámoldali végállásában van a portartó. E 3: zár, ha a kilökök felső helyzetben vannak (ha homlokfelületük a szerszámlap (matricak) homlokfelületével egy síkba esik. E 4 :zár, ha a kilökök alsó helyzetben vannak. Ezeket részben a gép villamos vezérlésébe bekötve, ezekkel a munkahengerekhez sűrített levegőt engedő pneumatikus mágnesszelepeket vezérelve megy az automatikus üzem: Ha a portartó kint, a nyomószán fenn, a kilökök fent, akkor indul be a portartó, ami, ha beér ütközésig, a kilökök lemennek alsó helyzetükbe ütközésig. Ha ez megtörtént, indul hátra a portartó, ha ez is kiér ütközésig, akkor, akkor a gép nyomószánja lemegy az alsó holtpontra, majd vissza. Ez után a kilökök mennek felső helyzetükig, kilökve a kész tablettákat, majd indul a portartó, ami bejárása közben letolja a kész tablettákat egy ferde pályára, ahonnan a gyűjtő ládába mennek. Ezt ügyesen kitalálta egy üzemmérnök és egy villamosipari technikus.





Az itteni képen a KV1 az üzemmód kapcsolót látjuk. Fenti állás (szaggatott nyíl): beállító löket. Jobbra (egy nyíl) egyes löket (minden indításra egy kettőslöket. Két nyíl: Sorozatlöket: folyamatosan mennek a kettőslöketek. Lejjebb van a KV2, az indítási mód kapcsoló. Fent: lábpedálos indítás, majd egykezes, aztán kétkezes indítás. Az előző részben leírt üzemelés a gép egyes löket és egykezes indítás állásában ment. Rátapadt a szőlőcukor a szerszám felületeire, ezért leállították a tablettázást, úgy hogy az üzemmód kapcsolót a beállító löket állásba váltották át. A nyomószánjának le-fel járása leállt, de A GÉP MOTORJÁT NEM KAPCSOLTÁK KI, a lendítőkereke forgott. A mérnök és a hozzá beosztott lakatos, két oldalról a szerszamba kézzel benyúlva, alkoholos ronggyal tisztogatták a szerszámot, amikor a lakatos véletlenül rálépett az indító pedálra és mindkettőjük jobb kezének ujjait olyan vékonyra összenyomta, hogy amputálni kellett azokat. A mérnök azt hitte, hogy ha az üzemmód kapcsoló az egykezes indítás állásban van, a löketek csak a kézi nyomógombbal indíthatók, a pedállal nem. Ebben tévedett, mert a kapcsolási rajz és a gépkönyv szerint beállító löketben, a nyomószán, csak a pedállal indítható és addig mozog, amíg nyomják a pedált. Nem tartották be azt a munkavédelmi előírást, amit a gépkönyv is ír, hogy A PRÉS MUNKATERÉBE, CSAK A MOTOR LEÁLLÍTÁSA UTÁN (ÁLLÓ LENDÍTŐKERÉK ESETÉN) SZABAD BENYÚLNI. Ebben mindketten hibásak, a mérnök felelőssége nagyobb, Mert ő a képzettebb és ő kezdte azt a tisztogatást amit a lakatos is végzett utána. Ebben a balesetben az is belejárt, hogy a lábpedál, amelynek olyannak kellene lenni, hogy véletlen rálépés hatására ne indítson, nem olyan. Ha az ember elfordítja a lábát és úgy lép rá, akkor kapcsol, tehát nem szabvány szerinti. A fő ok szerintem mégis az, hogy járó lendkerék esetén nyúltak be a szerszamba. Vannak gépkocsik, amelyek hűtő-ventilátorát nem mindig célszerű tapogatni, ha jár a motor. Egy ismerősöm (gépipari technikus) jobb kezének néhány ujját vágta le a Wartburg ventilátor lapátja, mert járó motornál kaparászott körülötte és éppen akkor érte el a hűtőfolyadék hőmérséklete az üzemi hőmérsékletet, ezért bekapcsolt a ventilátor elektromágneses tengelykapcsolója, amikor keze a lapátoknál volt. Szerencséjére közel volt a kórház és visszavarták az ujjait. MINDIG GONDOLKODJUNK MIELŐTT CSELEKSÜNK.



21. Esettanulmány

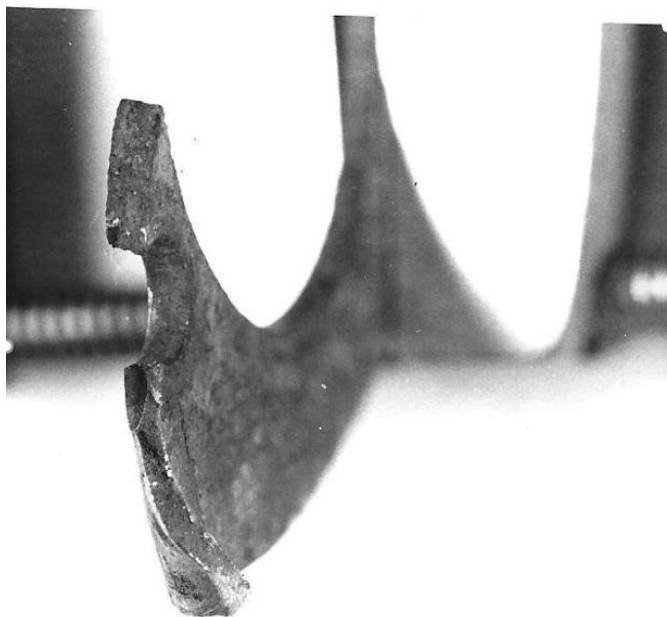
Lada 1500 alsó lengőkar töréséről. A bal oldali képen az egész lengőkar látszik szilentblokkos felfogásával és a jobb szélén lévő gömb belsejű, kívül kúpos szárú úgynevezett talpas csapszegével. Leszereltük a talpas csapszeget a törött lemeztől, majd a lemezt a helyére illesztettük. Ezek jól illeszkednek. Nem történt itt számottevő maradó alakváltozás, a törést tehát fárasztó igénybevétel okozhatta, amit a további vizsgálatok is igazoltak. A lengővilla a vezető szerint erős fékezéskor tört el, de ez akkor - vizsgálatom szerint - már nagyon meg volt repedve. Versigora és szerzőtársai Lada gépkocsik javítása című könyvükben (M K Bp. 1980) azt írják, hogy rossz utakon közlekedő kocsiknál történik ilyen törés, szerintem a szoros talpacsapszeg is okozhatja.



1. kén



Az itteni képen a lyuk maradéka alatt, fényes kifáradással kialakult felület sejtethető. Ezt nagyobb nagyításban is megvizsgáltam és kifáradás okozta felületnek találtam.

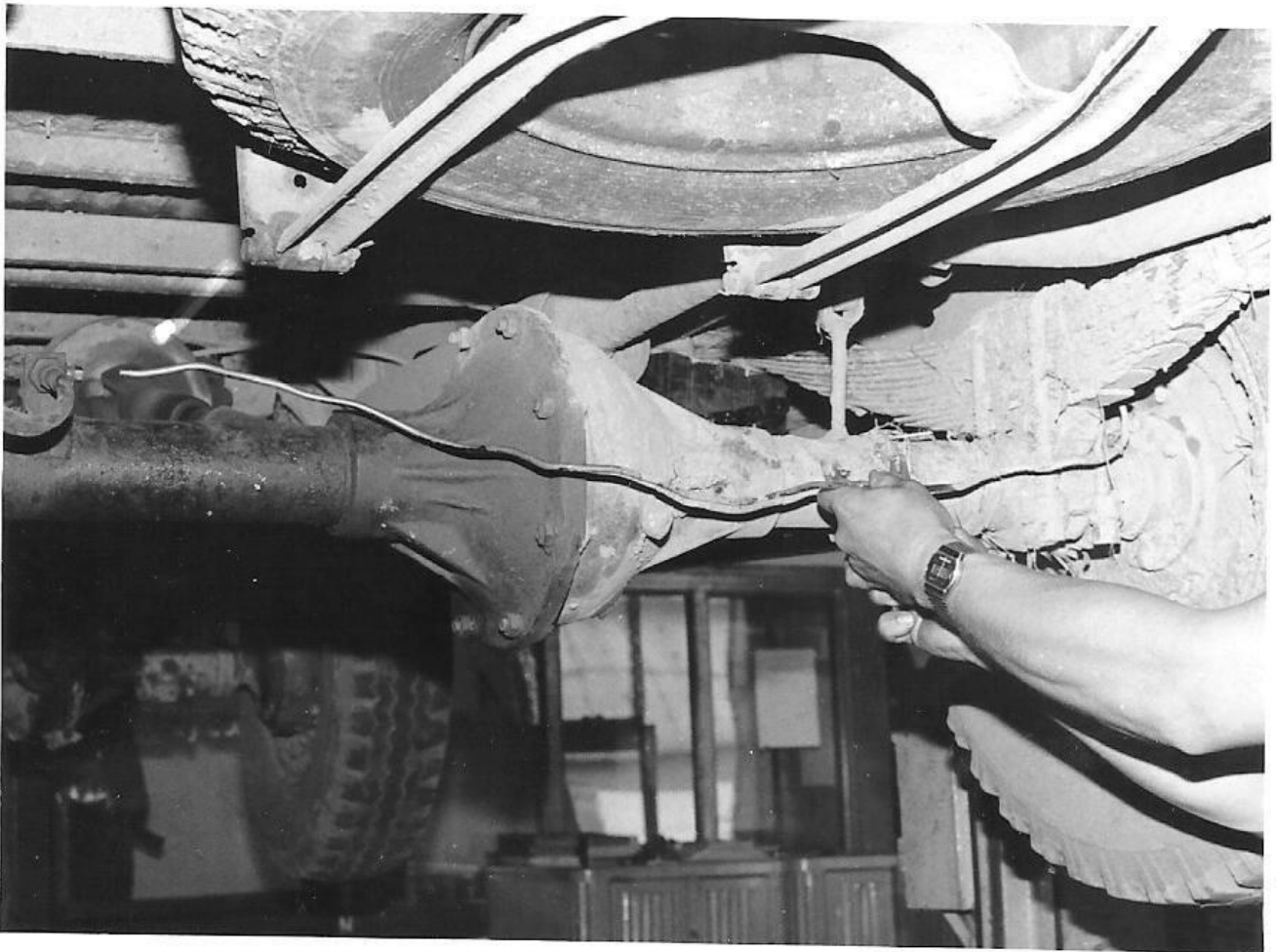


Az itteni képen pedig a repedés végénél egy rövid hegesztővarrat van. A lengőkarban a töréskor benne volt talpascsapszeg újszerű, annak súrlódási nyomatéka $M_s = 10-12 \text{ Nm}$, tehát kifogástalan. Ez a lengőkart az itteni kép szerint valamikor, valószínűleg a most kivett talpascsapszeg beépítése előtt repedtek találtak. Nem tudhatjuk, hogy korábban milyen, mekkora súrlódó nyomatékú talpas csapszeggel üzemelt. A repedés végét, amihez a lengővilla leszerelése nélkül hozzáfértek, egy nem az egész vastagságot átolvasztó rövid hegesztővarrattal szakszerűtlenül javították. A repedés maradt és az az új lengővillával is tovább terjedt, így a lengővilla ezen javítás után nem sok idővel eltört. A törés oka tehát szakszerűtlen javítás. Itt jegyzem meg azt, hogy ismertem olyan autóst, aki a kopott talpas csapszeget "javította". Kifúrta a ponthegeztéseit és lemez alátétet tett a két félgömb közé, majd beépítette. Nem hegesztette össze a ház két lemezből alakított felét, mert azokat a 3 db. felfogó csavar összefogta. Veszélyes javítás ez, mert nagy lehet a súrlódó nyomaték és megy az ittenivel azonos kifáradás. A repedt lengővilla hegesztése is szakszerűtlen javítás szerintem, ezért az ilyen helyett újat kell beépíteni. Nem műszaki szakértői feladat az ilyen szakszerűtlen javítás elkövetőjének megtalálása. Azt hiszem, hogy a rendőrség sem sikeres ebben, pedig büntetni kellene az ilyet.



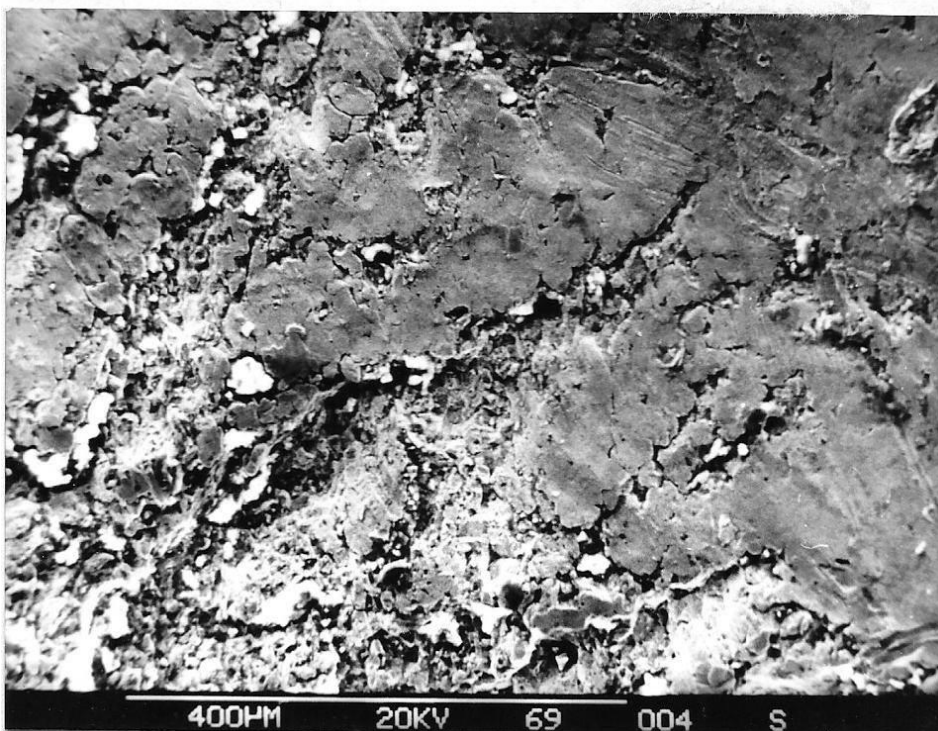
22. Esettanulmány

UAZ fém fékcsöve töréséről és arról, hogy szándékosan törte-e el a gépkocsi vezetője. Nagyon fontos előírás az, hogy gépkocsik hosszú fém fékcsöveit, a lengései és kifáradása meggátolására hozzá kell fogni a kocsi merev részéhez. Ezt az előírást is egészen biztosan a tapasztalat szülte. Biztosan eltört kifáradással néhány fékcső mire ezt megfogalmazták. A felső képen látszik, hogy az elosztótól a jobb hátsó fékhez menő hosszú réz fékcsövet nem bandázsolták hozzá a hátsóhídhöz. Ez a gépkocsi felújítását végzett külső cég igen trehány munkáját mutatja. Ezen a képen látszik, hogy a fékcső az elosztónál el van törve. Az alsó képen ott van két kopási felület, ami a fékcső lengése közben a haránthajtómű házához való dörzsölődése közben alakult ki. No de nézzük, hogy mikor tört el a fékcső. A vezető egy T alakú útelágazás előtt fékezni akart, de padlóig süllyedt a fékpedál és nem volt fékhatás. Megpróbálta így bevenni a kanyart, de az árokba sodródott, ott pedig egy átereszt állította meg. A kocsi eleje megsérült. Atán egy teherautóval kihúzták az árokból az UAZT-t, a vezető egy fémlemez darabot tett a fékcsövet rögzítő hollandi anyába és ezzel lezárta az elosztót (elblindelte) és így 3 db. fékezhető kerékkel bevitte Miskolcra, a cégükhöz (Émászhoz? a gépkocsit. A főnöke nem dicsérte meg a kocsi lábán való hazaviteléért, hanem azt mondta, hogy biztosan más vezette az autót, azért ment az árokba, a fékcsövet pedig ő törte el, hogy leplezze az idegen vezetését. Ennek a feltételezésnek az igazolására, vagy kizárására bíztak meg a szakértői munkával. Vörösrézén mikroszkóppal és elektronmikroszkóppal sem könnyű felismerni a fáradt törést. Ezért először azzal kísérleteztem, hogy kiperemezett fékcsöveket el tudok-e törni úgy, hogy olyan legyen a törési felület és a cső törési felület melletti alakja (ne legyen horpadt) valamint a keménység a törési felülettől mért távolság függvényében mint a kocsirol levett csőé. Kézi eltörésnél más lett a felület és az alak. A kocsirol levett törött csőnek azon a részén ahol indult a kifáradás, a törési felület közvetlen közelében is annyi volt a keménység mint ettől távol. Később aztán elektronmikroszkópon is sikerült a törés fáradt jellegére utaló észlelést szerezni.

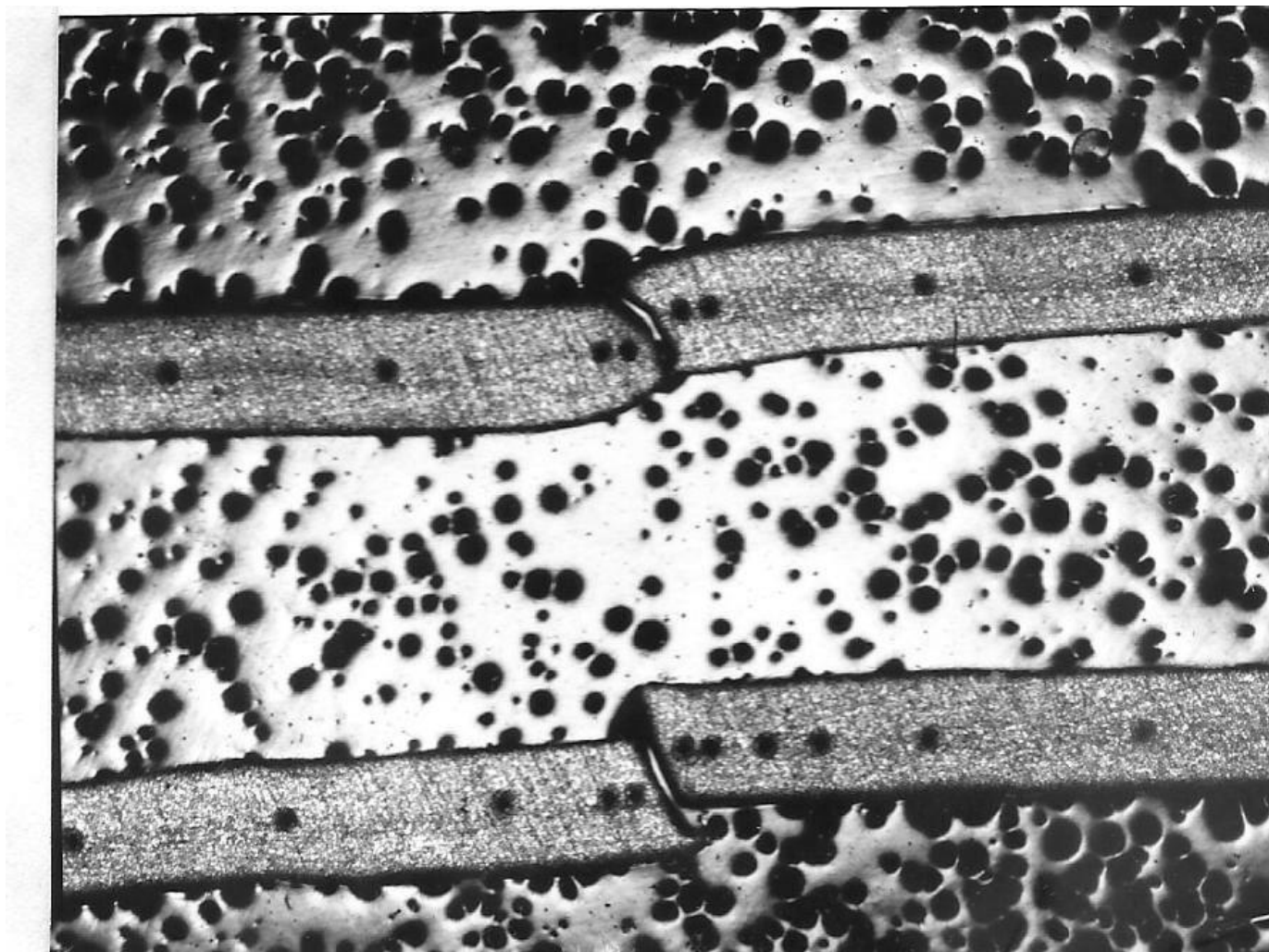




Ez az elektronmikroszkópi képen látszik, hogy a törési felület nem szemcsés, hanem sima és sík és azon a kép aljával kb. 45 fokos mélyedések vannak, a többi észleléssel együtt, arra enged következtetni, hogy a törés kifáradással keletkezett. Képzeljük el, hogy terjed a kifáradásos repedés, csökken az ép része a csőnek, a hosszú része pedig le-fel mozog az út egyenetlenségei, lyukai miatt. Ez a lengés a csövet hajlítja és csavarja így a már repedt részek, a hajlítás miatt összenyomódnak, a csavarás miatt pedig elfordulva dörzsölik egymást, annál erősebben, minél kisebb a megmaradt ép része a csőnek. Ez a fotó egyedül nem elegendő bizonyíték arra, hogy fáradt törés történt, de gondoljuk át a többi észlelést is! Azt, hogy 1. lengett a cső, amire bizonyíték a külsején talált kopás, 2. hogy a kocsiban eltört csőnek a dentakrilba beöntött hosszmetsetén (lásd az itt, alul lévő fotót) a törési felület közelében nem nagyobb a keménység, mint máshol, tehát a töréshez közeli térfogatrészekben, a törés közben nem történt maradó alakváltozás (tehát a cső nem kézzel végzett hajtogatás, úgynevezett kisciklusú kifáradás miatt tört el. 3. Több kiperemezett csövet kézi hajtogatással eltörve, nem olyan lett a törés környezete mint a kocsiból kivett csőé (befűződés és elvékonyodás előzte meg a törést. a Ti akik néha gépkocsit javítotok magatoknak., jegyezzétek meg azt, hogy a hosszú fékcsöveket hozzá kell fogni valamilyen merev alkatrészhez. Igaz, hogy nem voltam elég precíz ennek a résznek a korábbi, most kiegészített leírásánál. de egy 18 gépelt oldalon leírt szöveggel, 30 fotóval és egy 1 oldalas táblázattal (keménységmérési eredmények) elkészült munka teljes egészét nem írhatom bele egy esettanulmányba. Nem túlzott óvatosságból született ez az előírás.



A kocsiban eltörtött fékcső dentakrilba beöntve a keménységmérési nyomokkal. Keménységek a törési felülettől mért távolság függvényében: Elül zárójelben a töréstől mért távolság [mm] , utána a HV1 keménység: (0,25) 79, (0,5) 79, (1,5) 78, (3,5) 84, (5,5) 79., a másik darabon hasonlóak az értékek, ezért nem másolom ide azokat. A törési felület környezete, tehát nem alakváltozott, nem keményedett a törés közben, így ez egyértelmű, bizonyíték arra, hogy a fékcső a gépkocsiban, a használat során, nagy ciklusszámú kifáradás miatt, azaz rögzíthetlensége miatt tört el és nem a gépkocsivezető törte azt el. Bevallom, hogy vörösrézen soha sem láttam még olyan törési felületet, amin a repedés frontjának korábbi vonalai látszottak (amilyet a következő esettanulmányban egy acél csavaron mutatok).



23. Esettanulmány

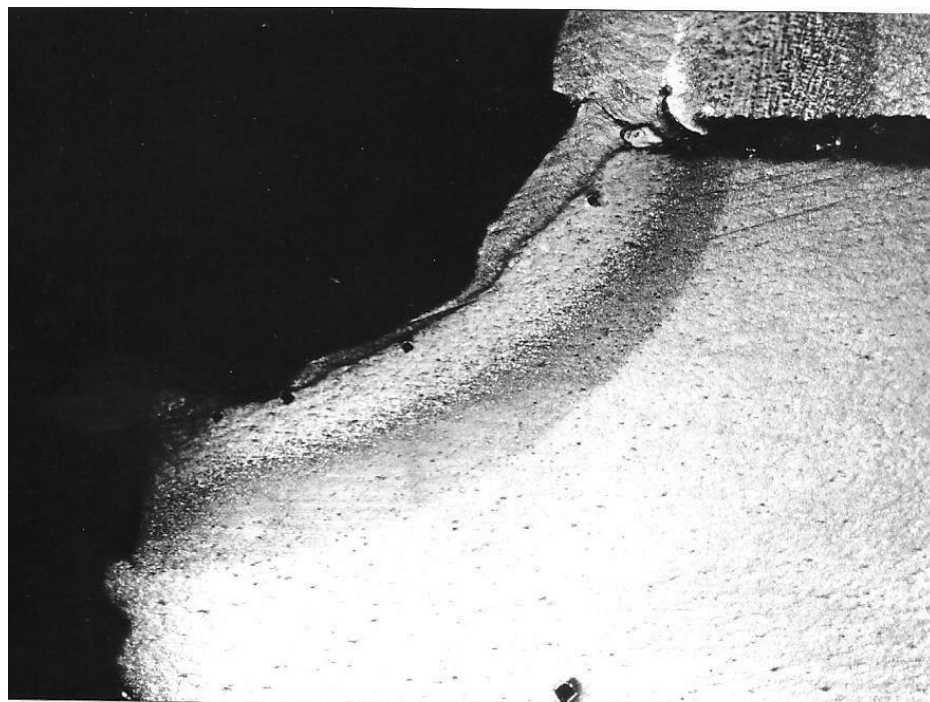
Háromtengelyes ZIL hátsó csőtengelyének ridegtöréséről. Ridegtörésnél olyan nagy szelvények is eltörnek néha, amit nem is hinnénk. Az itteni két képen látható a ZIL nagy szelvényű hátsó csőtengelye, amelyik azért tört el mert egy Zsiguli taxi nem látta a ködben az út szélén álló, de az úttestre belógó teherautót és jobb első kerekével nekiment a teherautó bal hátsó kerekének, amitől, szinte hihetetlen, de igaz, hogy eltört a robosztus csőtengely, a csőtengely felfüggesztése is eltört, a hajtó féltengely elgörbült és az itt látható rész leesett az úttestre. A taxi, amiben négyen ültek, az úttesten keresztbe fordulva állt meg, ebbe hátulról belerohant egy másik személygépkocsi. Már nem emlékszem pontosan a sérültek számára és a sérülések súlyosságára. Talán halálos sérülés is történt, ezért lett rendőrségi ügy az ütközésből.



Itt látható a csőtengely és a hosszmerevítő lengőkarhoz csatlakozó acélöntvény hegesztővarratának végkrátere, amiben, a varrat végén repedés van a végétől a varrat alsó részén lévő fényes foltig, a varrat közepén.

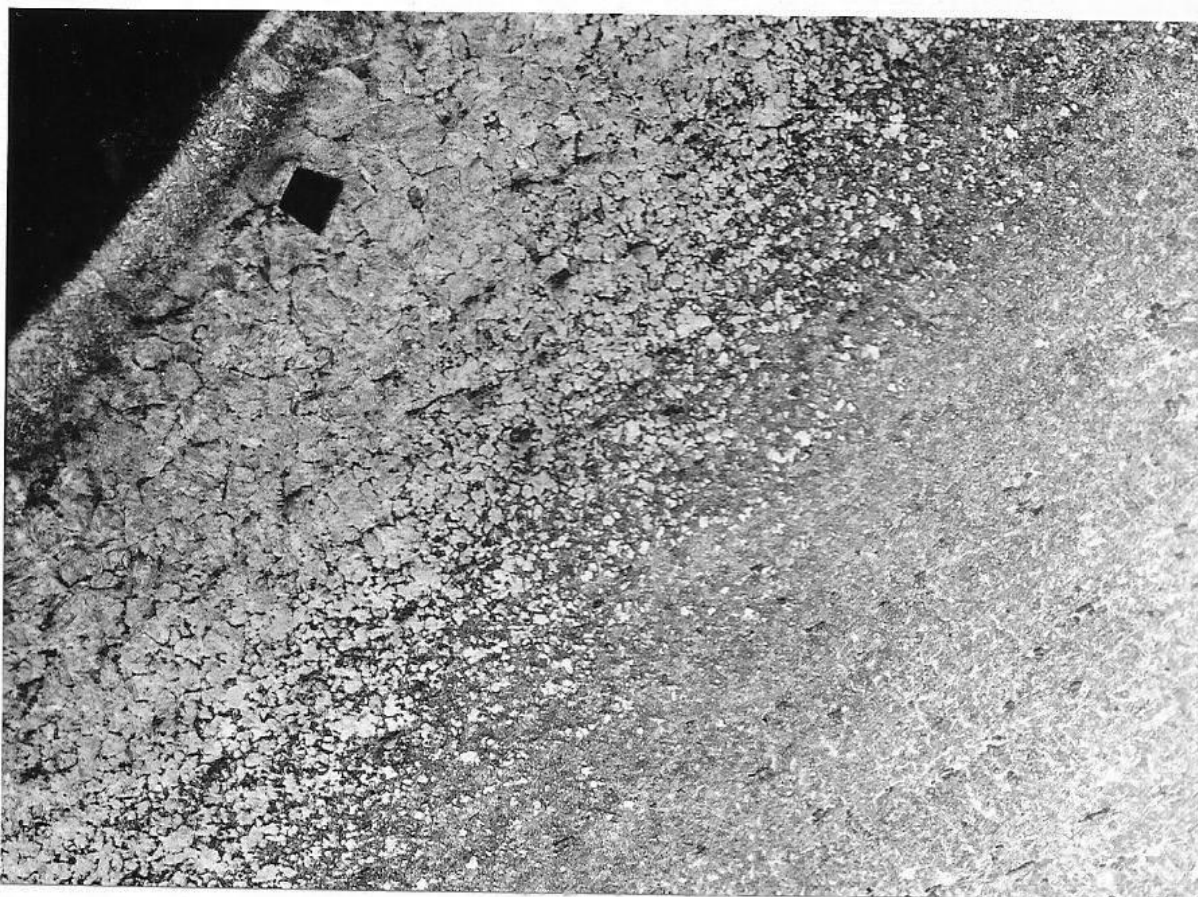


Az itteni képen, a két tárgyat tengelyen átmenő síkokkal elvágva, csiszolva, polírozva és maratva elvágva látható N= 10x-es makrokép. Legfelül a varrat végkráterének vékony része, alatta fehér a hőhatásövezetbeedződött része a benne lévő Vickers keménységmérési lenyomatokkal. Ha már itt vagyunk, írrom a HV 5 keménységeket balról jobbra: 532, 549, 549, 644 arra majd visszatérünk, hogy ezek bizony igen nagyok.



17. ábra
N = 10 x Maróeszer: 2%-os HNO₃

Az itteni N = 50x-es nagyítású képen a hőhatásövezet martenzitesre edződött része, alatta a többi része látszik. Még néhány keménységmérési adat: A cső alapanyagának keménysége HV 5= 158, 165, 165, normális. Az acélöntvény keménysége HV 5= 175, 175. normális Az acélöntvény túlhevülési övezetében mért keménységek: HV 5 = 435, 385, több mint a megengedett 300. A cső túlhevülési övezetében mért keménységek (felírtuk már, de ismétlem) HV 5 =532, 549, 549, 644. Ezek nagyon sokkal többek mint egy hegesztés hőhatásövezetében megengedett HV 5 meg = 300. Ezt a csövet és az öntvényt előmelegítve kellett volna hegeszteni. Az utolsó két képen azért is nagyon nagy a keménység, mert itt a varrat végén nagyon kicsi a varrat vastagsága ezért nagyon gyorsan hűl a felhevült alapanyag. Gyakorlott hegesztők ezért szokták feltölteni a varrat végét, hogy ne legyen ilyen végkráter. Azt látjuk, hogy a hátsóhíd csöve igen keményre beedződött, ami rideg törésre érzékennyé teszi a varrat. A végkráterben repedés is keletkezett, ráadásul hideg is volt az ütközés idején, így a ridegtörés feltételei teljesedtek. Tudjuk, hogy ez a katonai teherautó leélte az élettartamát, selejtezni vitték. Hogy lehet az, hogy a sok év alatt, amikor biztosan volt elég hideg is az idő, nem tört el a tengely, csak most? Ez úgy lehet, hogy addig nem kapott hátulról előre mutató vektorral jellemezhető erőt, pontosabban ütést, olyat ami a varratban hátul lévő repedés helyét húzásra veszi igénybe. Rideg törésre a húzó feszültség veszélyes. Ebből legalább annyit tanuljon a nem hegesztő szakos mérnök, vagy hallgató, hogy edzhető acélt (fúrószár eltört szárát stb) hidegen ne hegeszsen, és a varrat végkráterét mindig töltsse fel a hegesztés abbahagyása előtt.

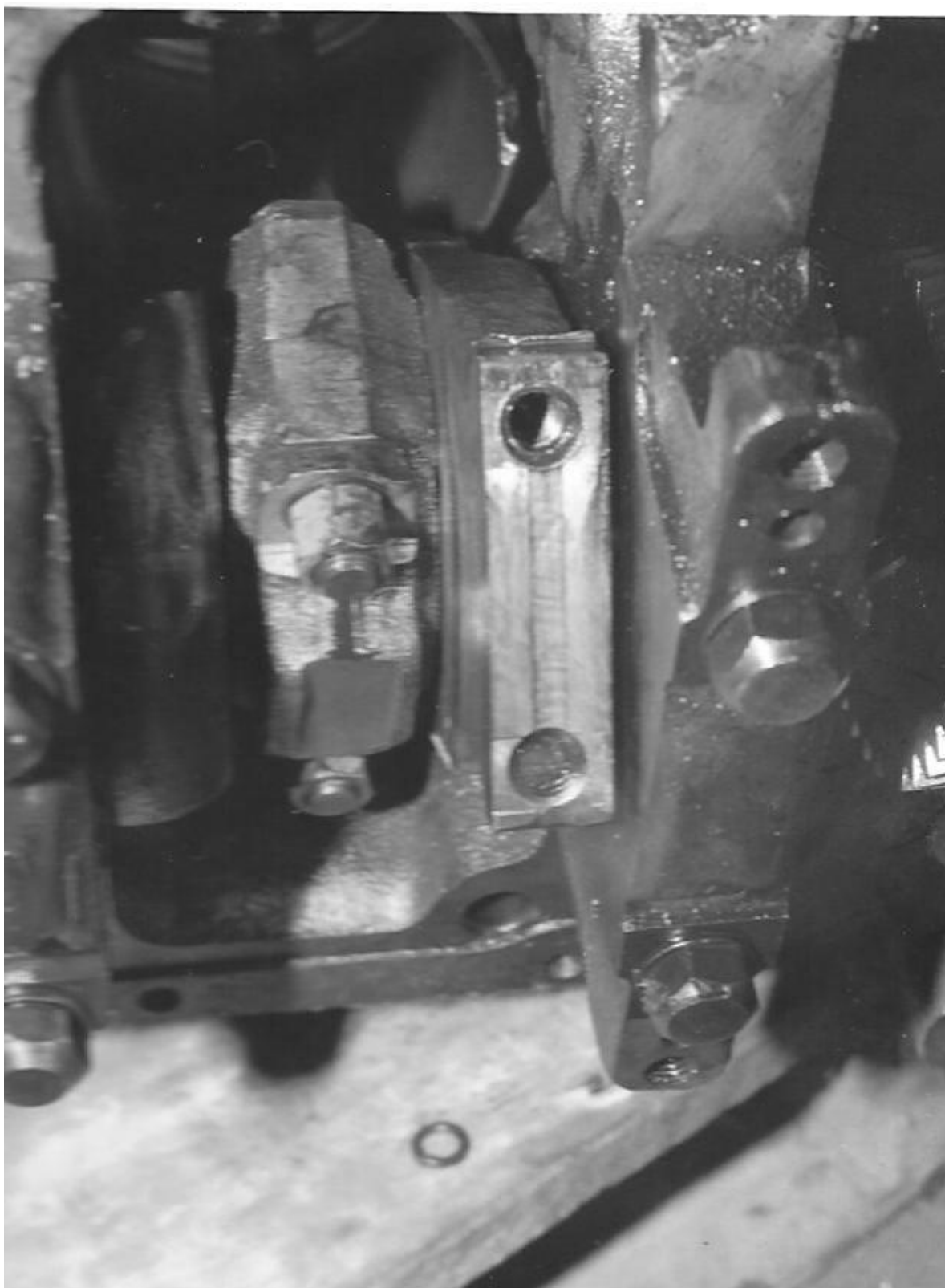


N = 50 x 18. ábra
Marószer: 2%-os HNO₃

24. Esettanulmány

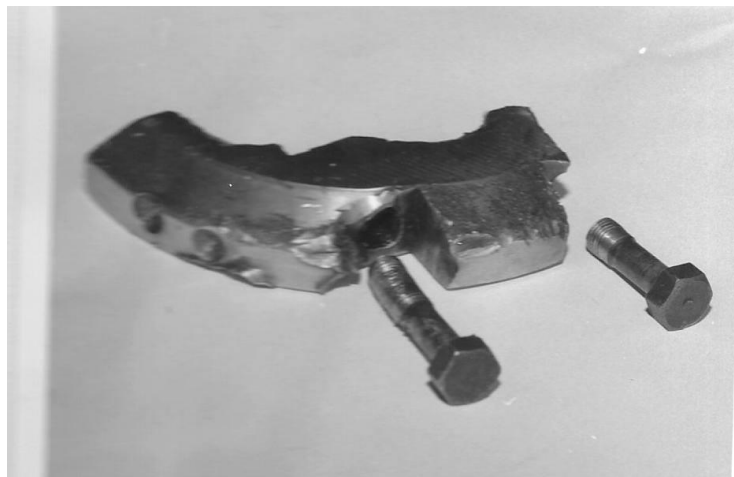
MTZ traktornak a főtengeleyről üzemelés közben lerepült ellensúlya (sonkája) nagy kárt csinált. De nézzük, hogy miért repült le!

Az itteni bal oldali képen sajnos nem látszik az, hogy a motorblokk oldala ki van törve. A főtengeley jobb oldali végénél, a hajtórúdfej mellett ott van az ellensúly helye, két db. furatával és felénk néző síkjával. Az alsó furatban, egy csavar letörött vége is látható. Ennek a csavarnak a másik darabja a jobb oldali képen látható. Ennek a törési felülete kifáradással alakult ki. Látszanak rajta a repedés korábbi frontjai. Nagyon kicsinek sejttem azt a területet, amelyik az utolsó pillanatban tört el.

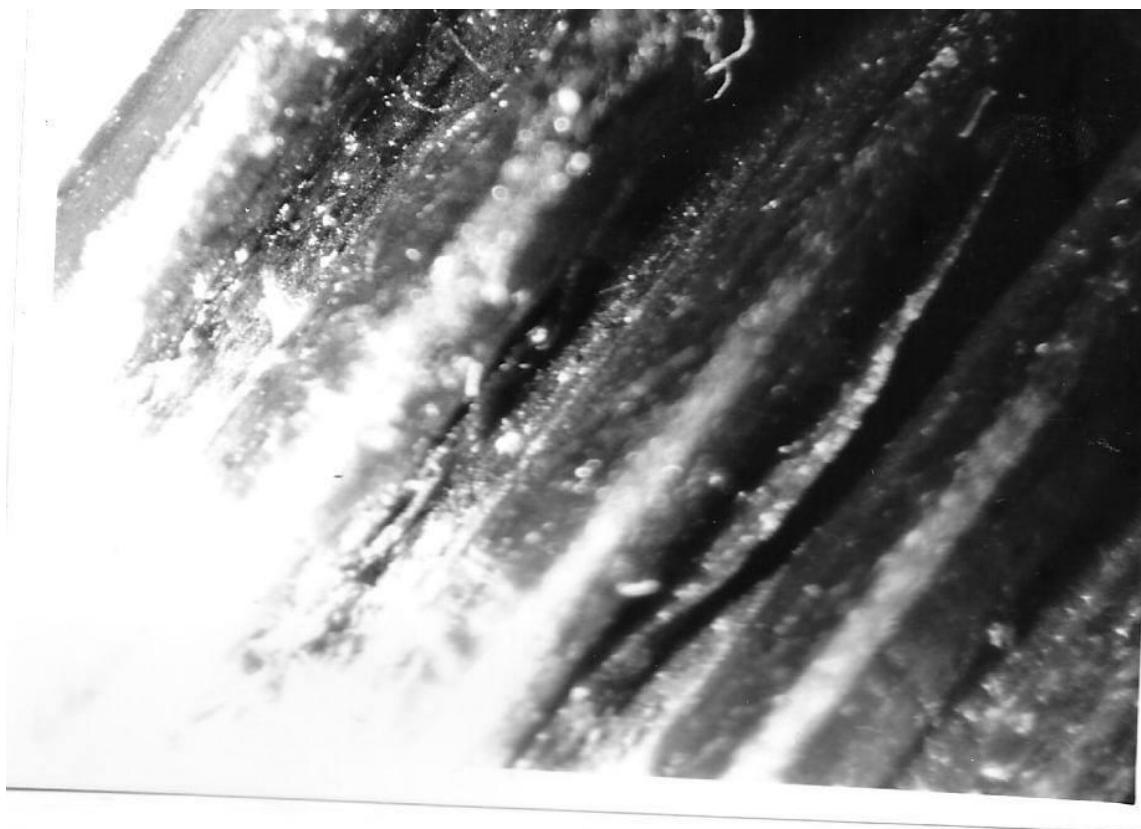




Itt a lerepült ellensúly a két csavarjával, a jobb oldali töröttel és a bal oldali nem töröttel, de deformálttal. Az ilyen ellensúly két ok miatt repülhet le. Az egyik ok az, ha nincsenek meghúzva a csavarok, a másik ok, ha selejt a csavar. Az hogy itt mi volt az ok, nem egyértelmű, de lehetséges mindkettő, mert a csavar menetének alakításakor a két szerszám, pl menethenger, helytelenül volt beállítva. Közelítsük egymáshoz a két menethengert addig amíg kicsi lesz a rés a két profil között. Ha a kétoldalon nem azonos a rés, fel kell lazítani az egyik henger tengelyének súrlódó tengelykapcsolóját, fordítani kell a hengeren, annyit, hogy a profilok között azonos legyen két oldalon a rés, majd zárni kell a tengelykapcsolót, ami biztosan zár és menet közben nem csúszik meg. Ezt a beállítást, a menethengerek felszerelésekor kell (kellett volna) elvégezni. Most látom, hogy előre siettem. Most már akkor a következő hozzászólásomban lesz az a fénykép, amelyik a menethengerek helytelen beállítása miatt kialakuló "ráhengerlést" mutatja.

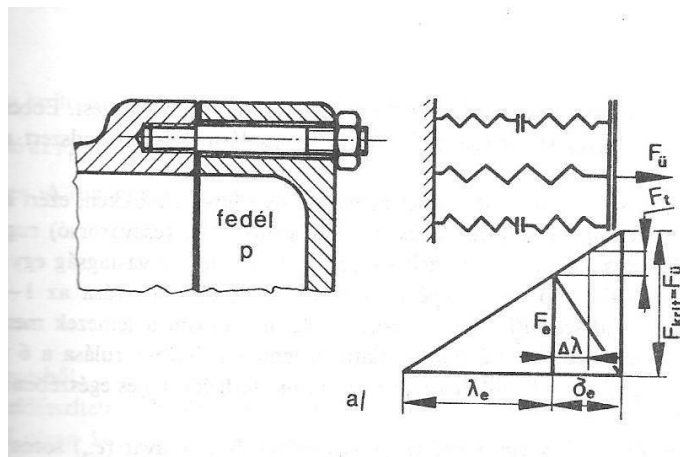


Itt a kifáradással eltört csavar makrofotója. Látszik rajta, hogy a menetprofil egyik oldalán anyag lapolódott rá a profilra. Nem az a baj, hogy a profil oldalán rálapolt anyag van, hanem az, hogy ilyen van a menettőbe is, ami éles bemetszést jelent, ami nagyon lecsökkenti a csavar kifáradási teherbírását. Csináltunk metszetet is a csavarról. A mikroszkópon is látható a menettő éles bemetszése. Itt korlátozott a hely, ezért, csak az egyiket, ezt tettem ide be. A másik menettővében jól látszik a mikroszkópon a menettő éles bemetszése.

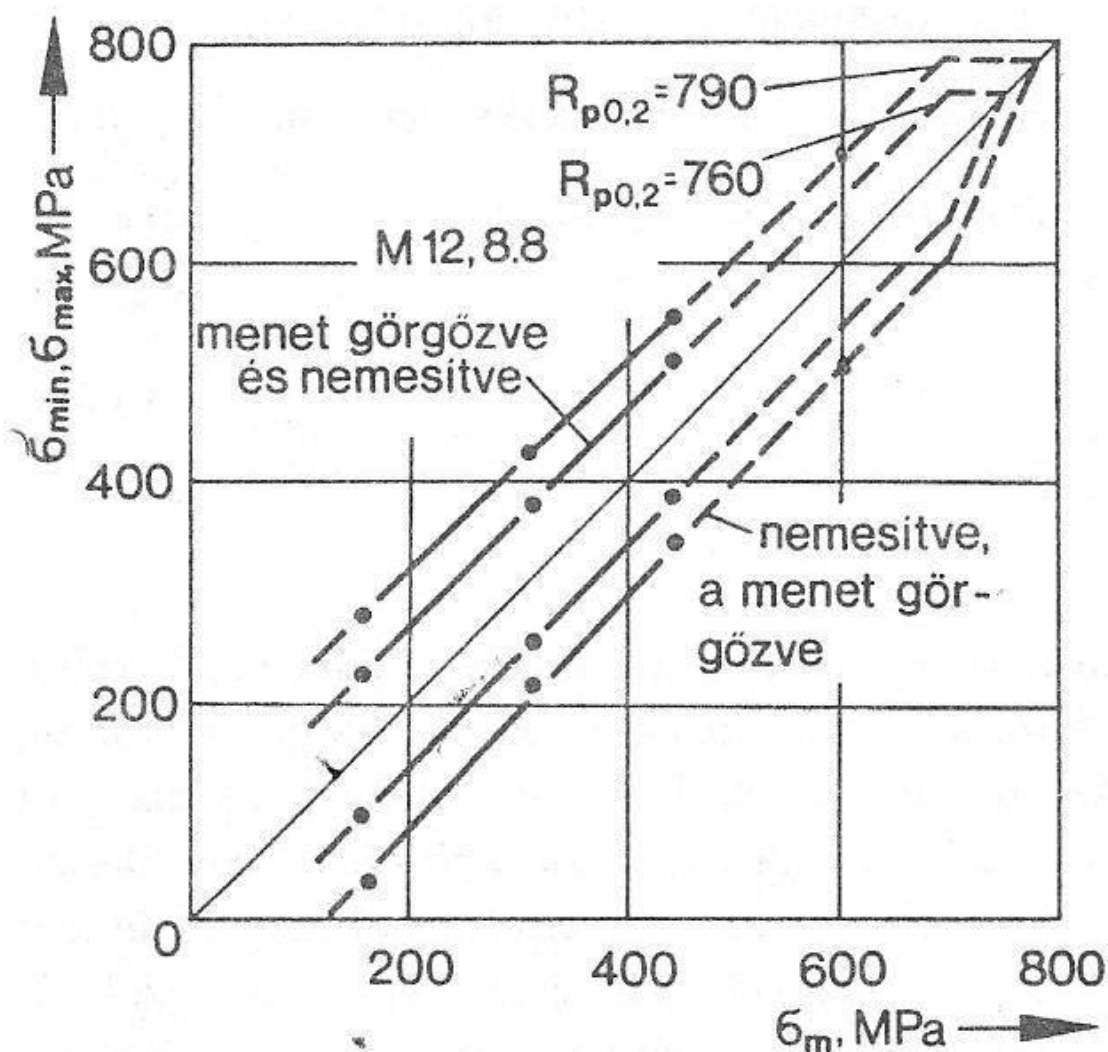


Láttam néhány lerepült ellensúlyt. Olyat is, ahol a csavar hibátlan volt, csak nem volt előírás szerint meghúzva a főteigely köszörülése utáni összeszereléskor. A laza csavarok rendkívül veszélyesek kifáradásra. Tessék megnézni a gépelemekben a csavar és az összeszorított elem rugalmas alakváltozása, tehát a terhelés változása közben a csavarban ébredő erő változását. Rugalmas, magra gyengített csavarnál, a csavarban, a fásztóerő változásánál sokkal kisebb erő-változás történik. Tóth úr gondolja meg a fenti kijelentését, revidiálja ezt a nézetét! Mindenkinek írom: A LAZA CSAVAR KIFÁRADÁSRA RENDKÍVÜL VESZÉLYES!!!!

Másoltam ide egy ábrát a csavar és az összeszorított rész együttdolgozásáról (Dr Zsári Á: Gépelemek I. M Tk Bp.1994). Ha nincs előfeszítés, a csavart F_u , az üzemi erővel azonos lüktető fásztó erő terheli. Előfeszítve pedig F_t a fásztóerő változása. F_t sokkal kisebb mint F_u



Kedvem lett a csavarok kifáradásáról írni. Emlékeztek a Smith diagramra (biztonsági területre) az anyagvizsálatból? Azon a közép feszültség, a szigma m függvényében van ábrázolva a megengedett alsó és felső feszültség-határ. Nem bemetszett daraboknál, a megengedett feszültség-lengés, a közép feszültség növekedésével csökken. Csavaroknál, a megengedett feszültség-lengés (lásd a Zsári: Gépelemek I-ből vett, itteni ábrán) független a közép feszültségtől és a csavar szilárdságától (5.6, 8.8, 10.9, 12.10), a bemetsző hatás, valamint az első menetnek a töbinél nagyobb terhelése miatt, a feszültség-lengés mindenütt szerény érték: szigma a meg. = 27-70 MPa. A biztonsági terület tehát két 45 fokos egyenes közötti keskeny sáv. Most hirtelen csak olyan diagramot találtam, ami görgözött menetekre vonatkozik. Nem görgözötteknél a sáv még keskenyebb. Gondolj bele! A 27 MPa megengedett feszültség-lengés egy 5.6-os csavar folyási határának kb. 10 %-a. Itten körüli a töbinél is. Ne felejtjük hát azt, hogy a csavarokat megfelelő (a folyási határhoz közeli) előfeszítéssel védhetjük a kifáradásos töréssel szemben és, hogy A LAZA CSAVAR KIFÁRADÁSRA NAGYON VESZÉLYES.



134. ábra

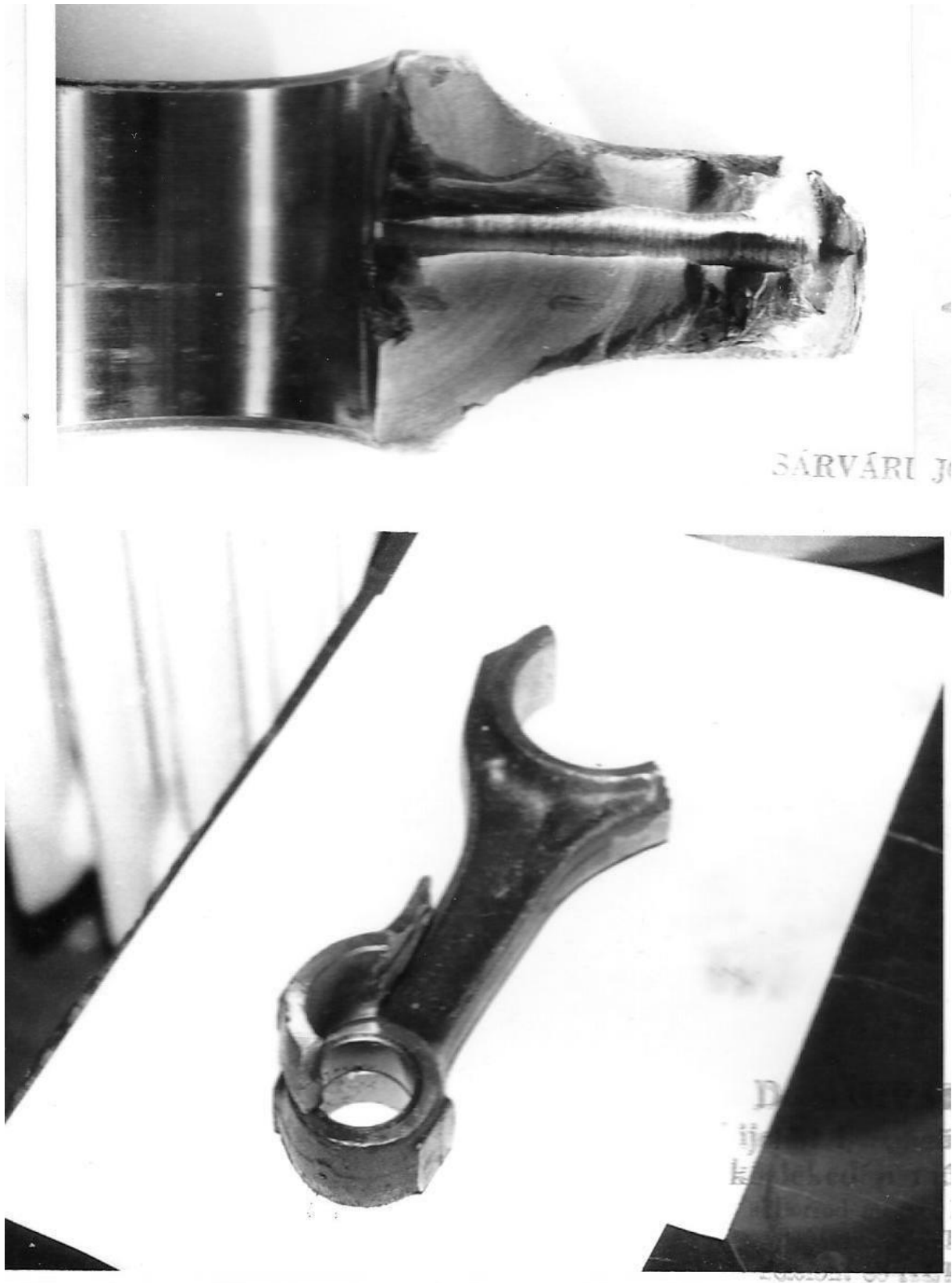
Görgözés és nemesítés hatása a kifáradási határra

Azt hiszem, hogy itt a "görgözés" a menet képlékeny hidegalakítással való készítését (menethengerléssel való előállítását) jelenti és nem a kész, vagy majdnem kész menet utólagos görgözését. A görgözés szó itt apró fordítási hiba lehet.

25. Esettanulmány

Saláta esetek. Olyan 5 db eset itt összevonva, amelyek röviden tárgyalhatók.

Az itteni két képen ARO kisteherautó kifáradással eltört hajtókarja látható. Három ilyen esettel találkoztam. Ilyet csak az ARO-knál láttam. Biztosan erősebb hajtókart kellene ezekhez tervezni. Az elsőnél a furat igen érdes felületét gondoltam a kifáradásos törés okának. Az is közrejátszik ezekben.



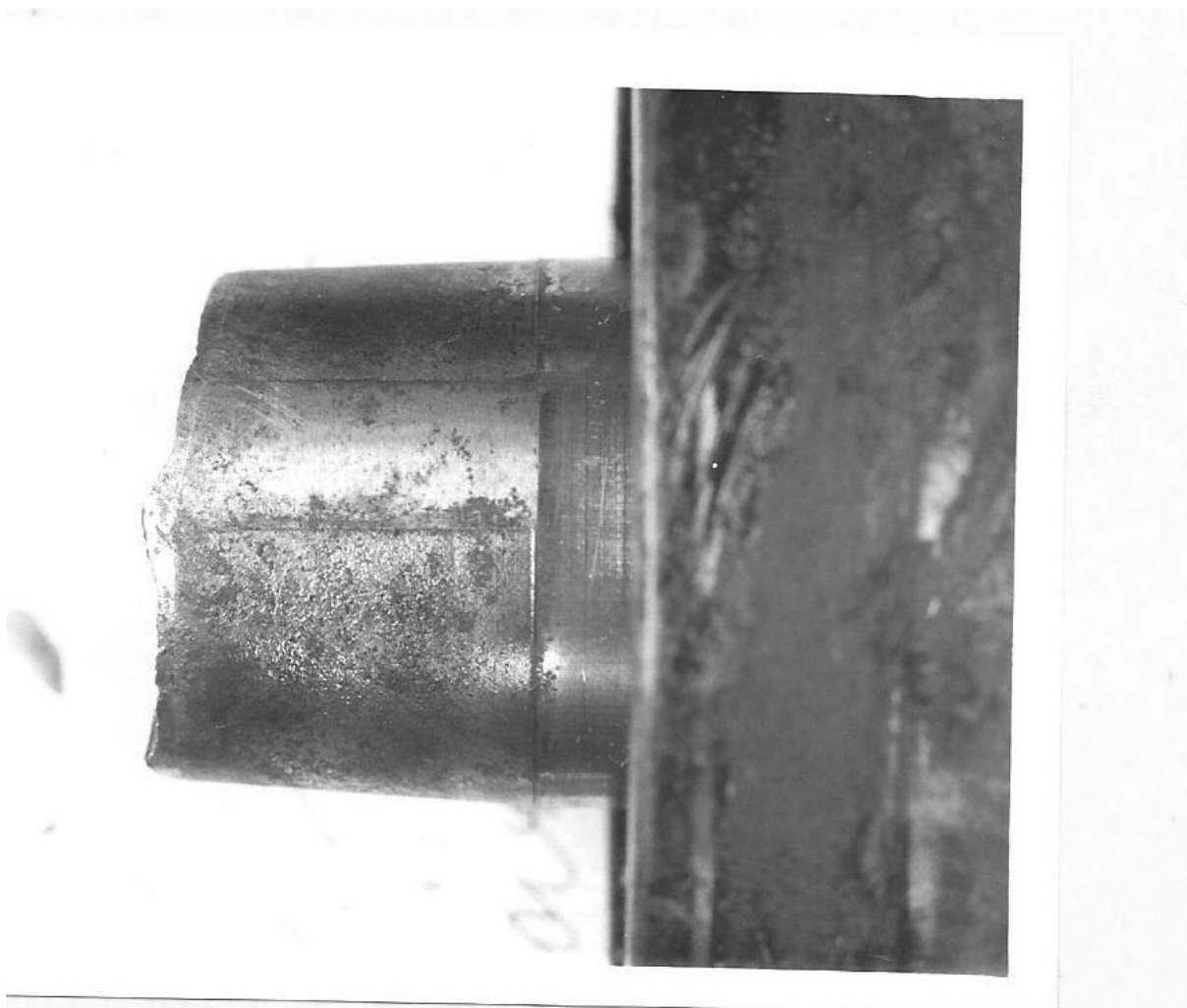
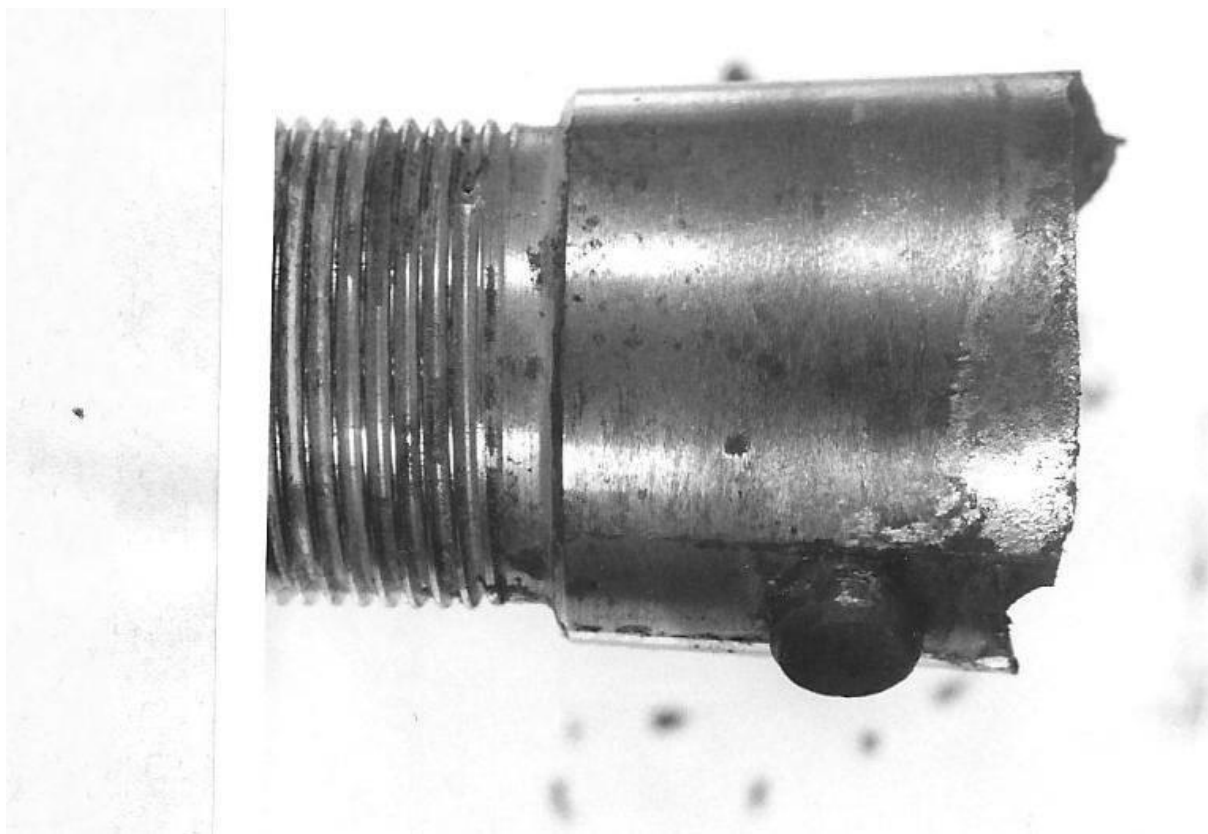
Barkas kisteherautó kifáradással eltört tengelye a kerékanya lazasága az oka. Ugye elhiszik, hogy a menetes rész kifáradással tört el? Van jó képem erről, de sajnálom a helyet. Ennyi haszna csak van már az itteni oktatásomnak.



ZIL hátulsó ikerkerék külső felniének kifáradás okozta törése: 3 db törött csavar volt a felfogásában, defektes volt a belső gumi, 5 -5,5 tonna rakománnyal autóztak több mint 100 km-t. A külső kerék túlterhelődött. Amikor ez leesett, a teher a defektes kerékre nehezedett, ezért megbillent a kocsi és felborult



BARKAS hajtó féltengely fáradt törése. A másik fele következő képen.



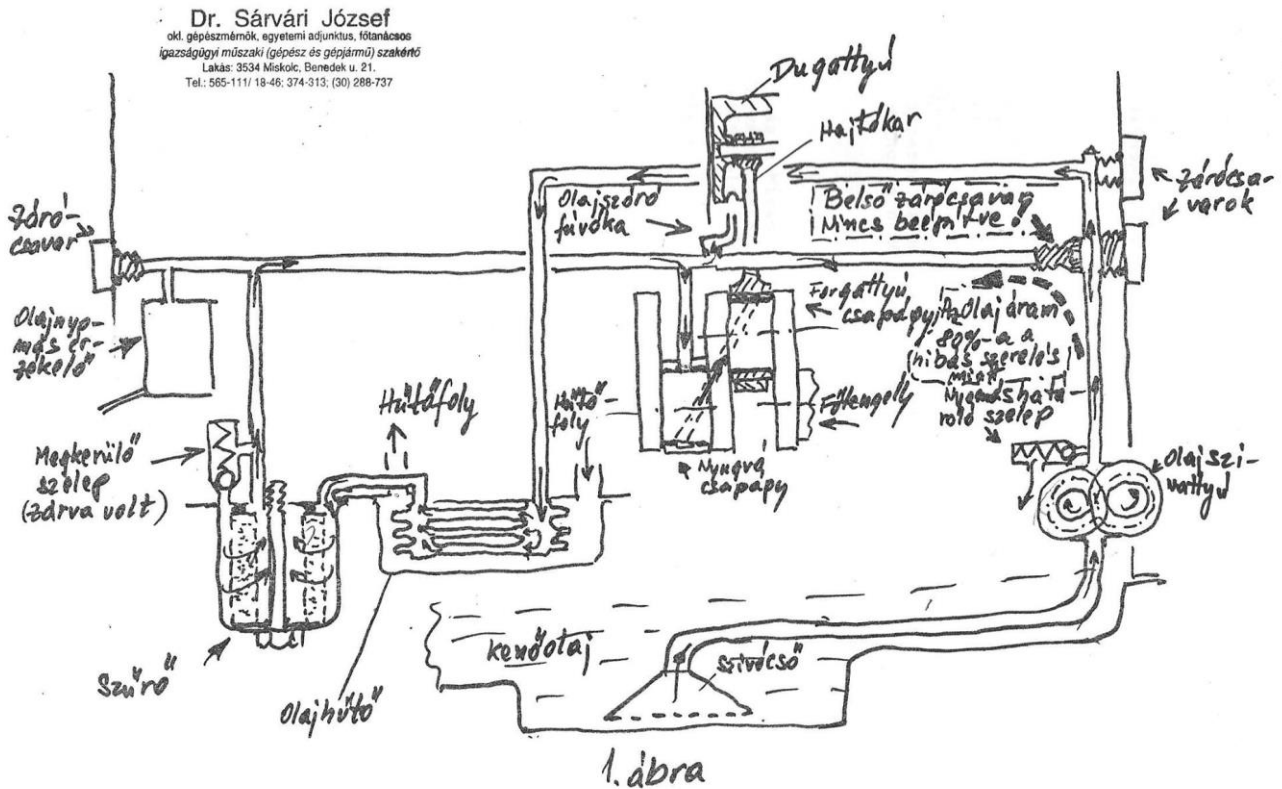


Egy időben rámkapott egy rendőr őrnagy és eltüntetett motorszámokat, alvázszámokat kellett láthatóvá tennem (polírozással és maratással), autók küszöbébe rakott nyugati pénzeket, (a kivágott részt visszatéve gittelve és dukkózva), pótkerékbe rakott órákat kellett előkeresnem. Itt ebből csak egy képet mutatok. Egy lopott Lada azonosító jeleit, amelyek a kormány előtt, az első szélvédő mögött vannak, úgy próbálta hamisítani a zsvány hogy egy másik Lada itteni részét kivágta, azt a lopott kocsinak erre a részére ragasztotta rá, a széleket gittelve és dukkózva. Gyanús lett, leszedtük a felrakottat és ott találtuk az eredeti jeleket.



26. Esettanulmány

6 hengeres M-A-N D 2565 típusú diesel kamion-motor csapágyainak egymás után ötszöri 67 - 2000 km-enkénti meghibásodásainak okáról. A személygépkocsik szállítására épített kamiont külföldön vette a tulajdonos, használt állapotban. Használt személygépkocsikat hozott vele külföldről Magyarországra. A kamion motorja az olaj elfogyása miatt tönkrement. Ennek itthoni felújítását, egy hazai mezőgazdasági vállalat autójavító műhelye végezte. A javítás után először 2000 km megtétele után, ezt követően még négyszer mentek tönkre a csapágyai. Javította a győri Rába szerviz is kétszer, sikertelenül. Volt olyan javítás, ami után 67 km megtételéig bírta. Per lett az ügyből és ahhoz engem jelölt ki szakértőnek a Debreceni Bíróság. A szakértői szemlét a felperes üzeme területén végeztem, az alperes szerelője jelenlétében. A szemlével mintegy 10 óra alatt lettem kész. Az ötször egymásután történt nagy kárértékű meghibásodások oka az, hogy az első hazai javító, az alperes, az olajfuratok tisztítása céljából, kivett egy belső zárócsavart amit az általam készített szabadkézi rajz jobb felső részén "Belső zárócsavar. Nincs beépítve" néven nevezek. Innentől kezdve az olaj nagyobb része nem az olajhűtőn és szűrőn át ment a kenési helyekre, hanem, a kimaradt zárócsavar furatán át hűtetlenül és szűretlenül ment a kenési helyekre (a szűrő áramlási ellenállása elég nagy), így nem csoda az, hogy az új csapágyak beépítése után 2000-67 km után megint új csapágyak kellettek. Az alperes elismerte a szakértői véleményem megállapítását, a győri szerviz is, ők bírósági ítélet előtt visszafizették a javítási díjakat, az alperes pedig talán a bírósági végzés után fizetett, ha megvolt még akkor. Ezzel a munkával nagyon megszenvedtem. 10 órát szereltem egy pótkocsi platóján, a tűző napon, 1998 júliusában. Unom már a sok tönkrement alkatrészt szkennelni, ide nem rakok ilyeneket. Láttak már elég ilyeneket. Azért kellett szabadkézi rajzot készíteni, mert javítási utasításra nem sikerült szert tennem. Azt logikai alapon sütöttem ki, hogy abba a furatba, amin át dugtam egy drótot, záró dugó kellene, majd a külső furatba bedugva az ujjam kitapintottam a belső zárócsavar anyamenetét, ami nagy öröm volt számomra, 10 óra kemény munka után. Nagyon kiakadtam és káromkodtam, amikor 16 30-kor, amikor még nem voltam kész és még nem találtam meg a meghibásodások okát, a felperes (akinek az érdekében dolgoztam), azt mondta, hogy fejezzem be, mert ő megy haza. Kérdeztem: nem szégyelli magát? Tudja, hogy Miskolcra jöttem, holnap jöjnek újra? Ha siet bízson meg valakit, aki majd be bezárja a bontott autóalkatrészeket áruló telepét. Így viselkedik egy újjgazdag.



27. Esettanulmány

A rendőrség által hamisítottnak gondolt Trabant alvázszám és motorszám eredetiségének vizsgálata.

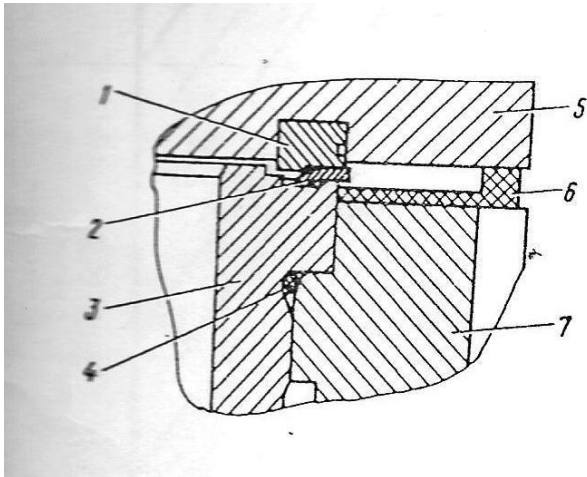
A Trabantok alvázszáma a tűzfallemmezre 2 db villamos ponthegeztséssel készített hegesztett ponttal felerősített acéllemez kicsi táblán meg van ismételve. Ennek a lemeznek a két rövid végét gázhegesztéssel odahegesztették. a jobb oldali varrat a képen felismerhető, a bal oldalit hidegvágóval elvágtam és a vágót a lemez alá beütve emeltem a tűzfallemeztő. Ekkor elszakadt az ottami ponthegeztés, ami az alsó képen lévő kör helyén volt. Megállapítottam, hogy a másik ponthegeztés is ép. A gázhegesztő varratokat, tehát valami túlbuzgó ember, aki hegesztett a trabanton, azért készítette, hogy el ne vesszen ez a tábla. Arra nem gondolt, hogy ezzel a hamisítás gyanújába keveredik. A motorszámot is eredetinek találtam, így a hamisítás gyanúját cáfoltam. Kész autón nem lehet ellenállás ponthegeztéssel odahegeszteni az alvázszám lemezt, mert az alsó elektródával nem lehet hozzáférni a tűzfalhoz.



28. Esettanulmány

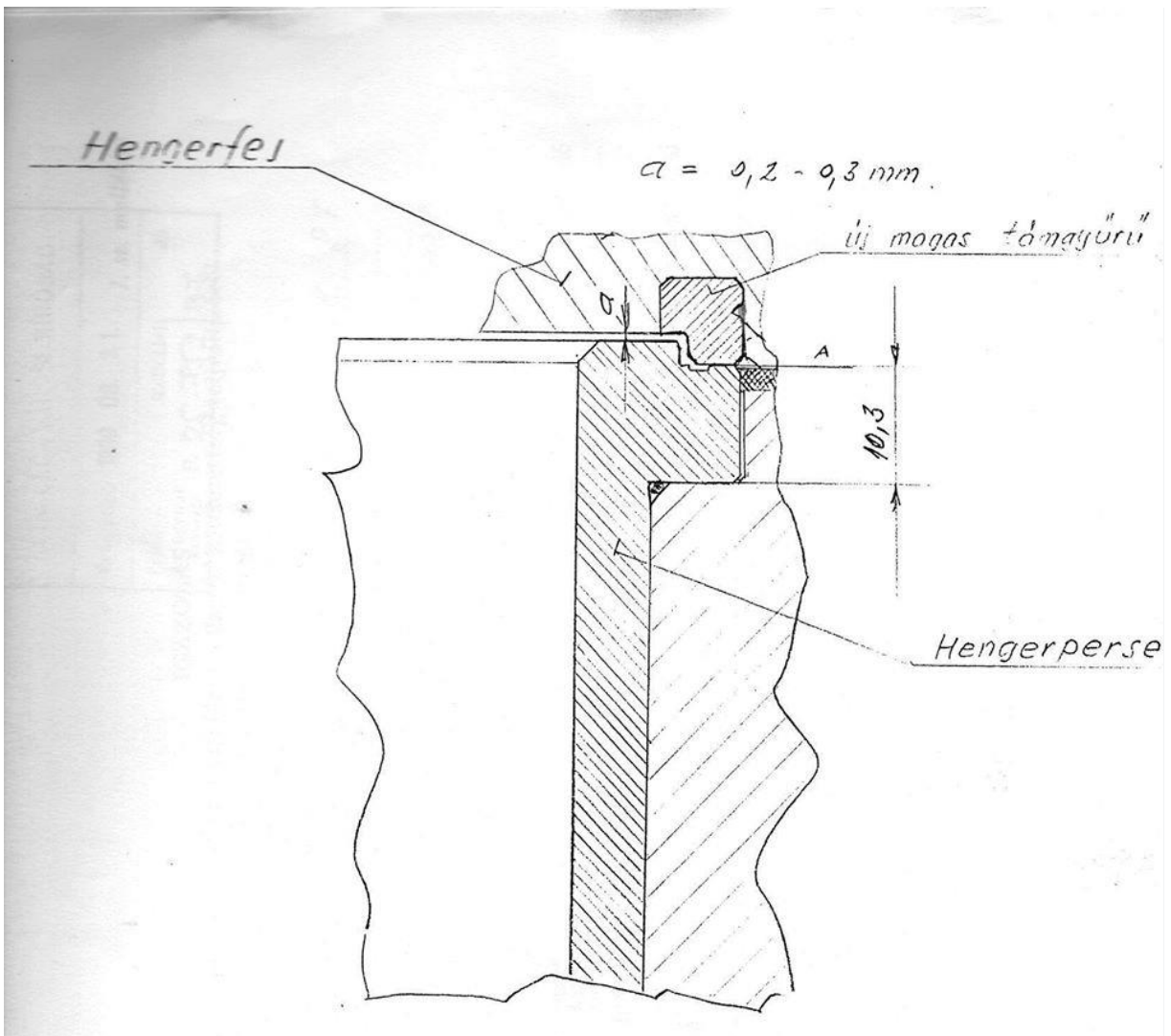
KAMAZ hengerperselyek peremének beszereléskor történt eltörése okáról.

Az itteni felső képen a Diesel motoros, 8 hengeres KAMAZ nagy teherautó hengerperselye, hengerfeje korábbi kialakításának rajza látható. A gyár később módosította a kialakítást, más, magasabb támgyűrűt (tűzgyűrűt) épített be, ónoztta ennek a hengerperselyt szorító felületét és elhagyta a két oldalán ónozott acéllemez tömítést.

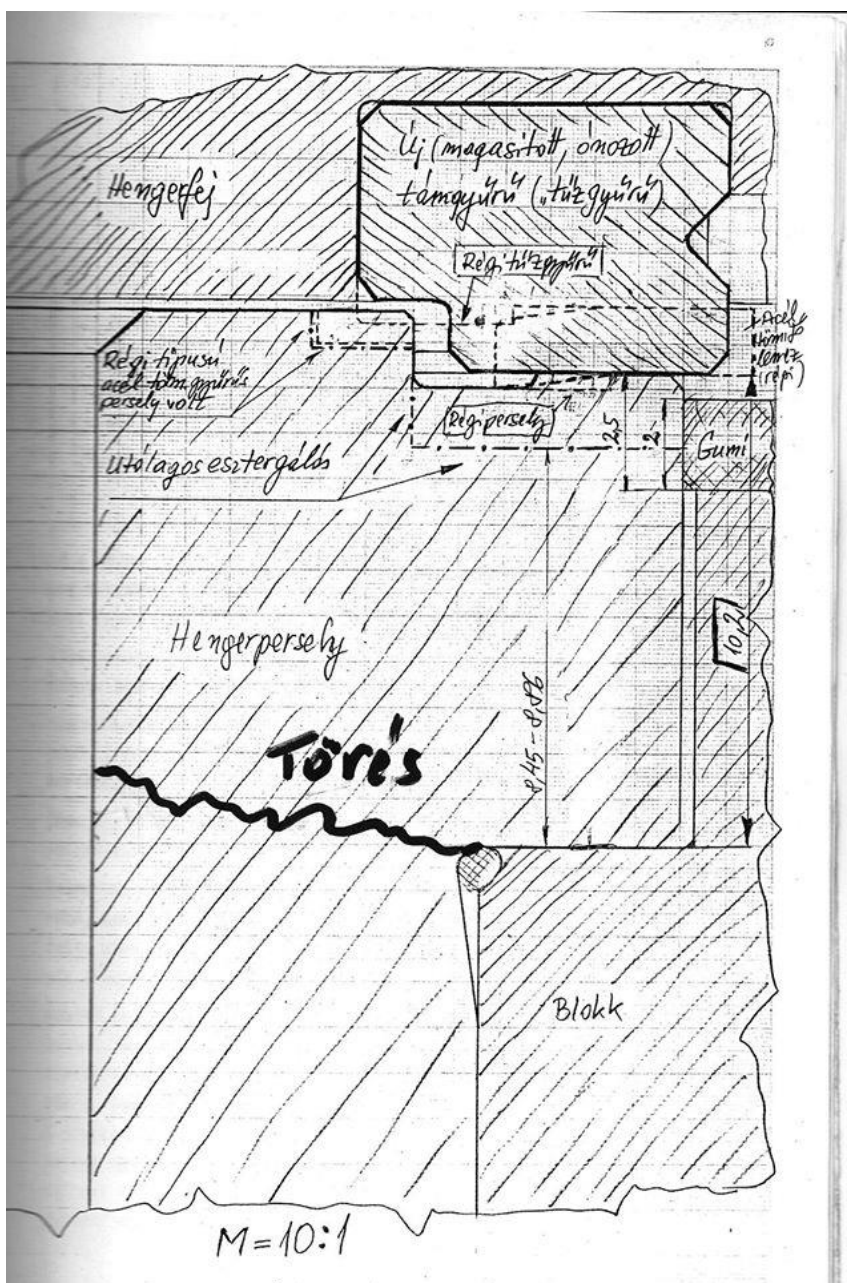


1. ábra. A hengerfej és hengerpersely, a hengerfej és hengertömb illesztései:

1– támgyűrű; 2– hengerfej-tömítés; 5– hengerfej; 6– hengerfej gumi tömítőtálatét; 5– hengertömb 4– hengerpersely tömítőgyűrű; 3– hengerpersely



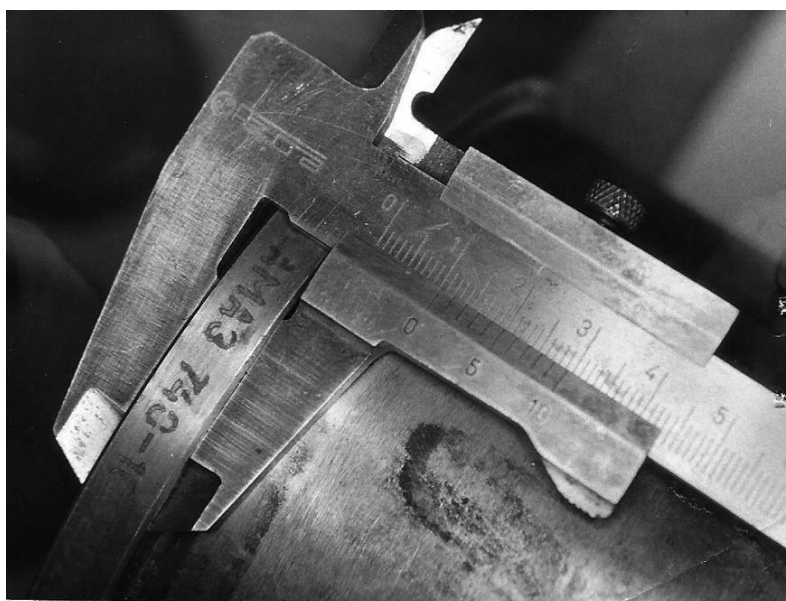
Egy vállalat javította a Kamazát, először úgy gondolta, hogy csak 1 db. hengerperselyét és dugattyúját cseréli és egy saját lakásán teherautó alkatrészeket áruló kereskedőtől megvette ezeket. Ez a hengerpersely a módosított peremű alkatrész. Később úgy döntöttek, hogy az összes hengerperselyt és dugattyút kicserélik, ezért ugyanattól a kereskedőtől vettek még 7 db. hengerperselyt és dugattyút. A szerelők nem végeztek méréseket a hengerperselyeken (nem feladatuk), így nem vették észre azt, hogy az utólag vásárolt hengerperselyek peremmagassága nem 10,3 mm, hanem 8,5 mm. Miért ilyen a 7 db persely peremmagassága? Azért, mert valaki úgy gondolta, hogy a megmaradt régi típusú perselyeknek homlokfelületéből leesztérgál, és az úgy beépíthető lesz az új típusú támgűrűjű hengerekbe, ha betesznek a támgűrű és a persely felső homlokfelülete közé 1-1 ónozott acéllemez hengerfej tömítést, amely a régi megoldás része. A kereskedő eladta az átesztérgált peremű 7 db. perselyt, nem szólt arról, hogy ezek "öszvér" megoldásként építhetők be, nem ajánlotta ezekhez a régihez való de ezekhez beépítendő ónozott acéllemez tömítést, írásos dokumentumot (speciális szerelési utasítást) sem adott az áruhoz. Beépítették a 7 db. 8,5 mm magas peremű hengerperselyt is az új típusú támgűrűjű hengerfejeket tartalmazó hengerekbe, az odagondolt acél tömítőgyűrűk nélkül. Így ám a támgűrű nem a hengerpersely peremét szorította a hengerfej csavarok meghúzásakor, hanem a persely kisebb átmérőjű magasabb részét (lásd az itteni ábrán azt hogy a leesztérgált részhez nem ér hozzá a támgűrű) és így hajlító igénybevételt hozott létre a rideg anyagú öntöttvas hengerperselyekben, amelyek közül 5 db eltört a hengerfej-csavarok előírt nyomatékkal történt meghúzásakor. Ha a támgűrű a persely peremét szorítja, a perselyben hajlító igénybevétel nem ébred, tehát nem törnek el.



Itt vannak a letört peremű perselyek. A kereskedő által megbízott szakértő elfogult volt "öltük egymást" a tárgyalásokon. A bíró, javaslatomra a BME-n székelő, professzorokból álló felülvéleményező Szakértői Bizottságot. rendelte ki, hogy igazságot tegyen. A bizottság, a kereskedő által felkért szakértő munkáját hibásnak találta, a bíróság mégis az ő véleménye alapján döntött. Nagyon megszenvedtem ezt a munkát, vagy 6 db beadványt írtam, hiába. Itt térek ki az ide sokszor okosan hozzászóló Rádai Miklósnak arra a felvetésére, hogy a bírósági tárgyaláson kísérlettel győzzük meg a bírót igazunkról. Korábban mondtam, hogy a kísérlet megtévesztő lehet. Nos a kereskedő szakértője, hozott a tárgyalásra egy kicsinyített öntöttvas perselyt és egy csavaros terhelő készüléket. Be akarta mutatni a törést. Az ám a huncutság az ő dolgában, hogy azt a terhelést valósította meg a modellje, ami a leesztergált peremű persely és az új típusú támgyűrű esete, az öszvérbe szükséges acéllemez nélkül. Mi van, ha bemutatja és eltörik a persely? A bíró észreveszi, hogy csalás a kísérlet? Nem hiszem. Még szerencse, hogy a bíró balesettől tartva nem engedélyezte a kísérletet.



Ez az egy hengerpersely volt eredeti, 10,3 mm peremmagasságú.



29. Esettanulmány

Bicikliről, amelynek teleszkópjai, befogójukkal együtt kiestek a helyükről, a csapágyazott villacső hegesztett varratának kifáradás okozta törése miatt, a bicikliző legény pedig az arcára esett, amitől fogai törtek el. Az itteni felső képen a biciklit látjuk, két teleszkópja a kerékkal kiesve. Ennek csapágyazott csöve, aminek külső, hozzá hegesztett rövid csődarabja szilárdan van illesztve a teleszkóp tartóba és az ott is maradt, külön a földön van.



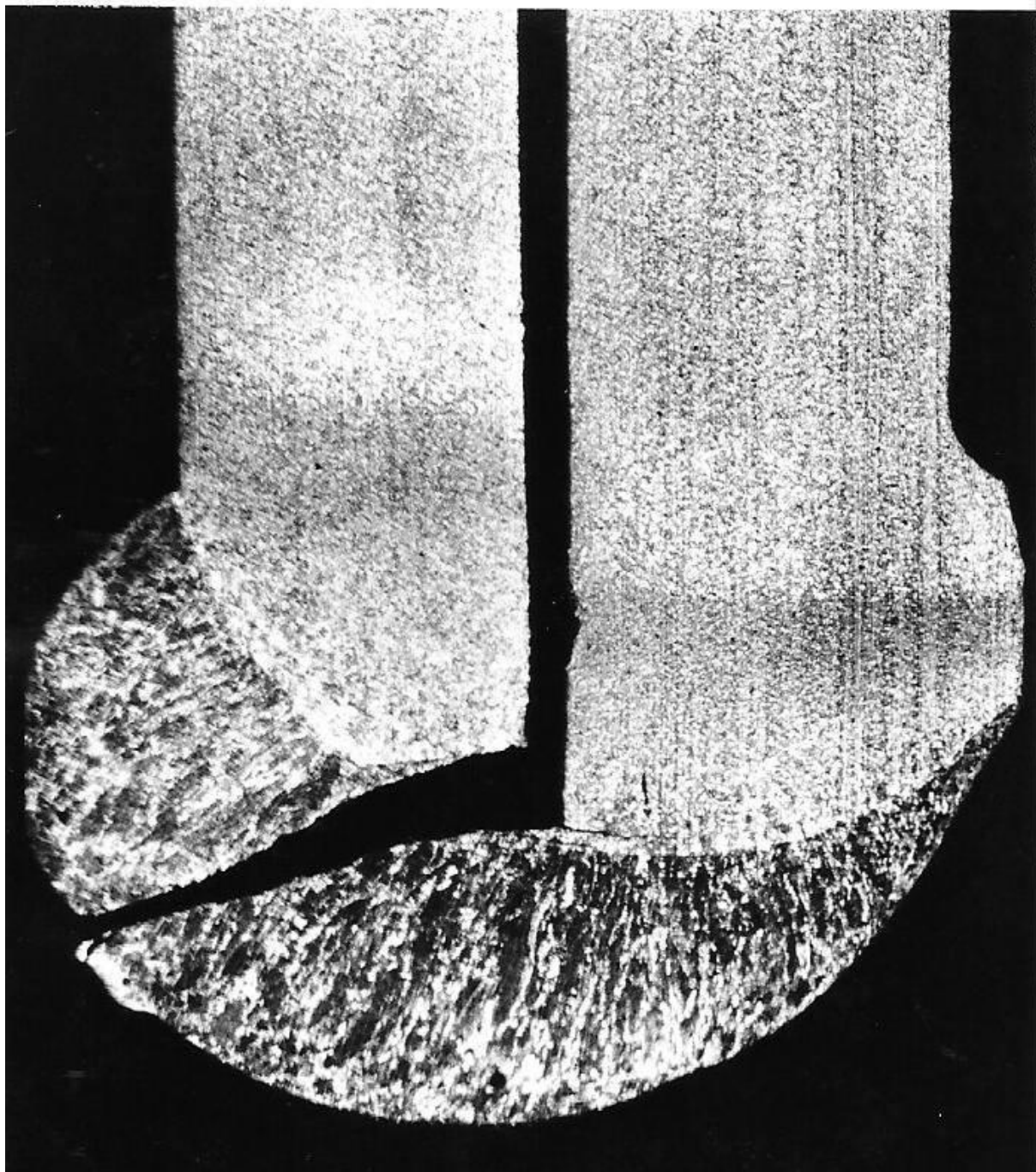
Az itteni képen a csapágyazott csövet visszatettük a helyére, ahol a hegesztése is látszik.



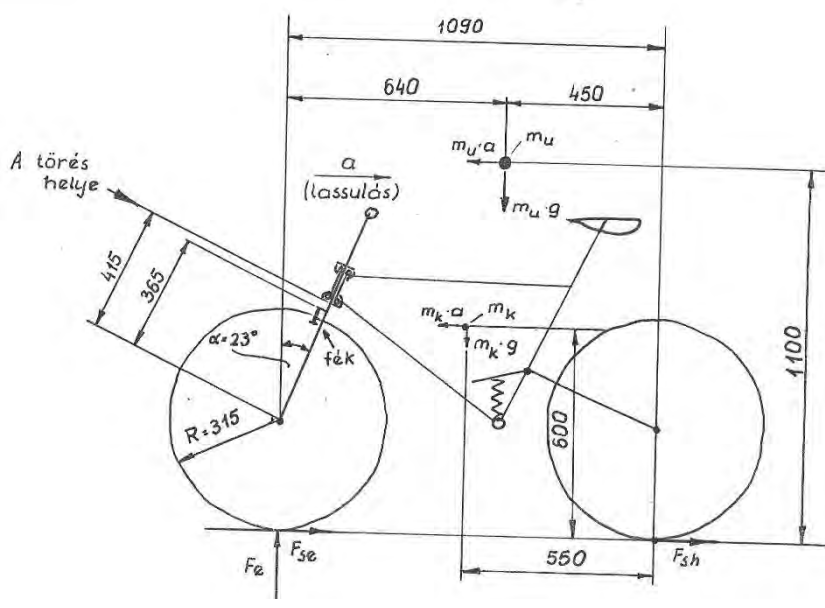
Itt a csapágyazott cső. Erre egy rövidebb a hegesztés után megszertergált cső van rátéve és alul élvarrattal meghegesztve. A két cső között játék (hézag) van, a varrat pedig el van törve. Más kertékpár-gyártók nem ilyen csapágyazott csövet használnak. Azokon nincs hegesztés. Vastagabb falú cső a kiindulási termék. Ennek a majd felülre kerülő részét, kúpos szerszámba betolva redukálják (csökkentik az átmérőjét). Az ilyen, felül kisebb átmérőjűre alakított csövet forgácsolják később (alul a teleszkóp tartóba menő ott szilárdan illesztett részét, felül a menetes részét). Az ilyen cső a használat során nem károsodik, sohasem törik el.



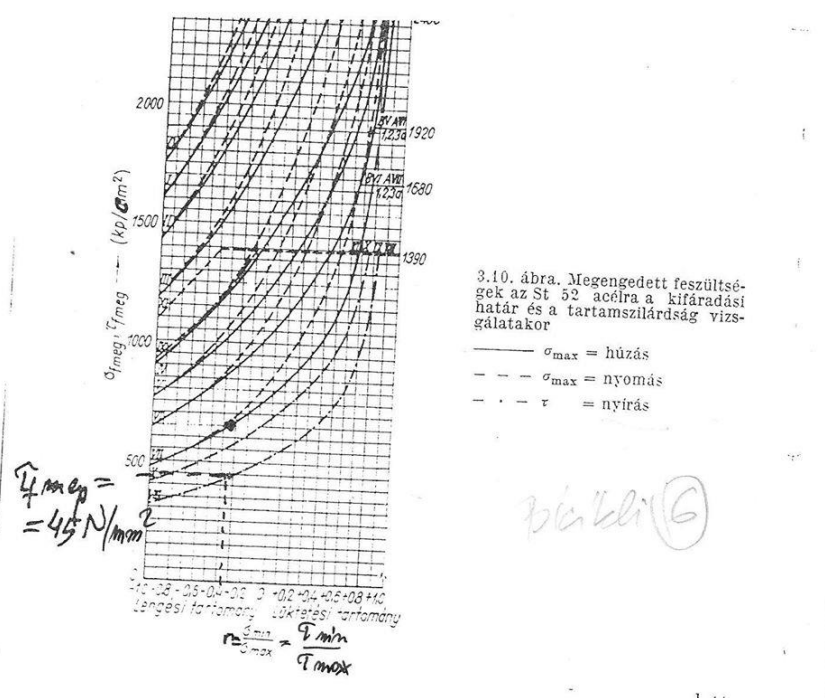
Itt jobban látszik a maratott varrat. A két cső játéka $J = 0,22 - 0,34$ mm. A varrat keménysége: HV 5 = 216 - 232, normális. A CO₂ védőgázos hegesztéssel készült varrat jó minőségű volt.



Itt a rajz a méretekkel, a törött varrat igénybevételének számításához. A számítást itt nem részletezem. $a = 5 \text{ m/s}^2$ lassulással fékezve a varratban a redukált feszültség: $\sigma_{red} = 410 \text{ MPa}$. Ez akkora feszültség mint a varrat folyási határa.

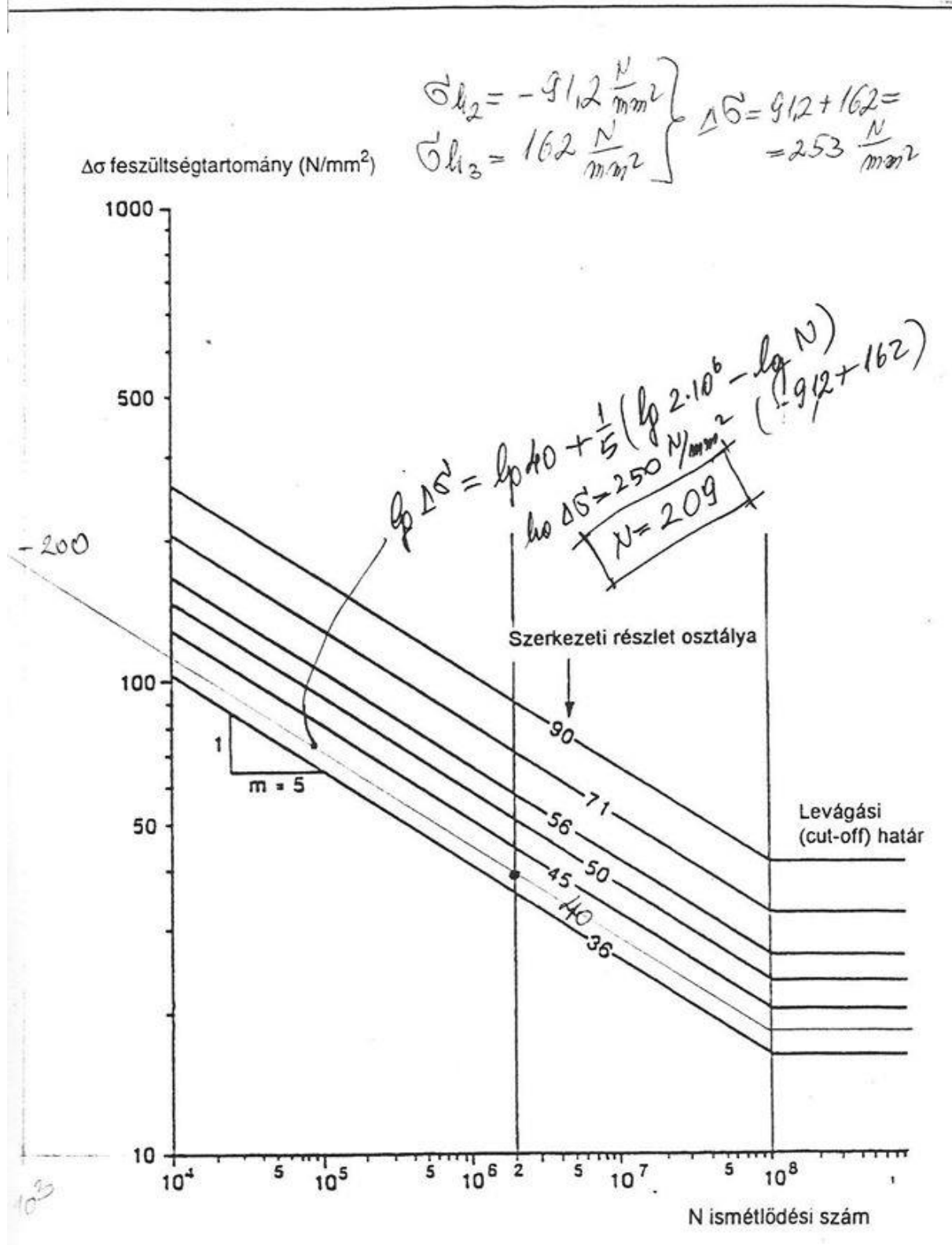


A varratban ébredő nyíró feszültségek -64 MPa és $+188 \text{ MPa}$ közöttiek, az aszimmetria tényező $= -64,9/188,4 = -0,344$. A diagram szerint, a megengedett nyíró feszültség, olyan varratban mint az itteni, $-15,48 \text{ MPa}$ és 45 MPa közötti. Ilyen változó nyíró feszültséget viselne el károsodás nélkül, ezzel szemben -65 és 188 MPa közöttiek terhelik. Ezért tört el. Ez a csapágyazott villacső, azért, mert a két cső lazán illeszkedik, kifáradásra veszélyes konstrukció. A törés oka így konstrukciós hiba. Ha a két cső fedéssel (biztosan játégmentesen) illeszkedne, nem lenne veszélyes ez a hegesztett megoldás. Azt meg nem lehetne összetenni a hegesztés előtt, úgyhogy nem jó ez a hegesztett megoldás. Más gyártók nem alkalmaznak ilyen hegesztett csapágyazott villacsöveket. Érdekességként írom, hogy a biciklis gyerek apja egy megyei bíróság büntető kollégiumának a vezetője és tudtommal nem sikerült nekik kártérítést kapniuk, pedig én is írtam ide-oda (szignalizáció), hogy vonják ki a forgalomból ezeket a balesetveszélyes bicikliket.



Az itteni Wöhler görbe szerint a hegesztett kötés a maximális igénybevételből 209 ismétlést viselne el a törésig. Nem állítom, hogy ez teljesen pontos szám, de azt igen, hogy igen kevés. Ha néhányszor százezer lenne, az lenne a normális.

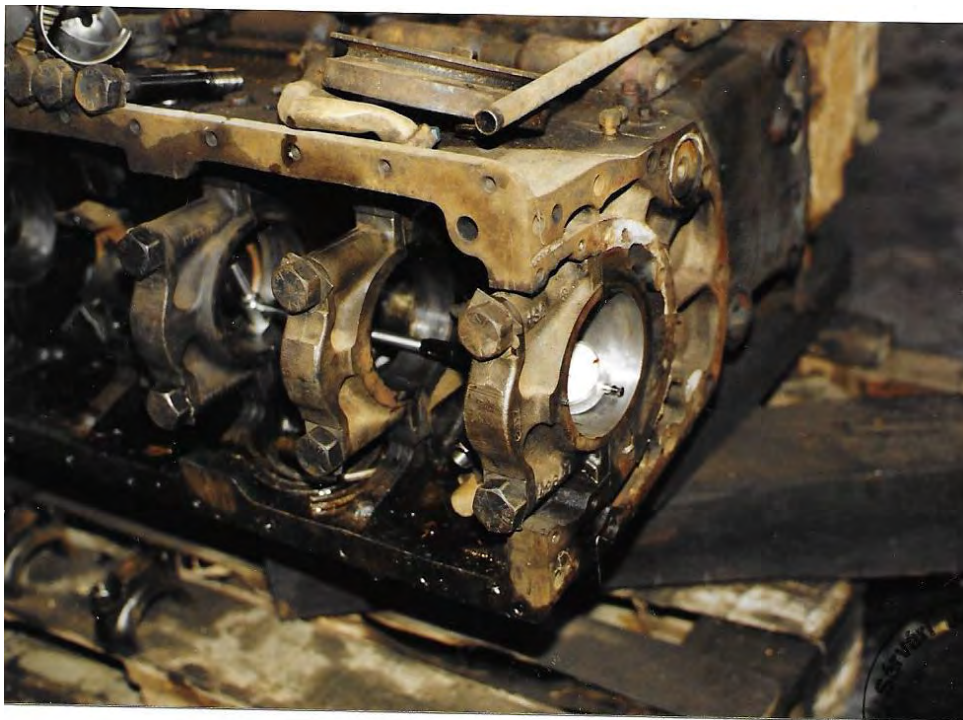
MSZ ENV 1993-1-1:1995



30. Esettanulmány.

Cummins NHK 220 típusú 6 hengeres turbodiesel motor nyugvócsapágyai kétszeri tönkremenetele okának megállapításáról.

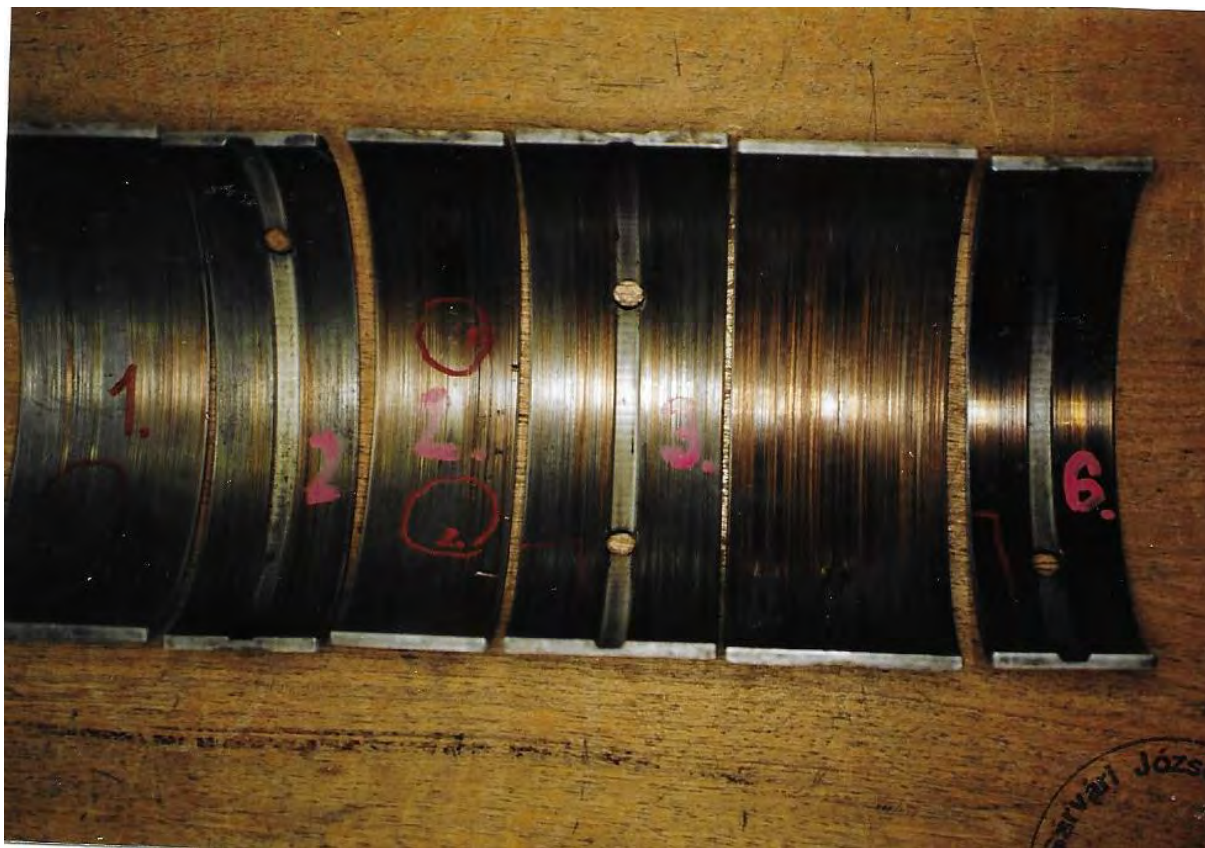
Az itteni képen a motorblokkot látjuk, olajteknő és a főtengely nélkül, a nyugvócsapágyak csapágfedeleinek felszerelt állapotában, a nyugvócsapágyak furatátmérőinek mérése közben. A furatmérő mikrométer, az INTO ott van a furatokban. Az előzményekről: 1996-ban, az akkor 10 éves motor főtengelye eltör és tönkretette a motorblokkot is. A tulajdonos külföldről vásárolt egy használt (bontott) motorblokkot és egy használt főtengelyt, valamint egy garnitúra 3. köszörülési mérethez való csapágyersely garnitúrát (6 pár forgattyúcsapágy és 7 pár nyugvócsapág perselyt. Ezeket odaadta az alperesnek, és megrendelte a főtengely beépítését, az ahhoz szükséges munkákkal együtt. Az alperes, a számla szerint a főtengelyt megköszörülte (ez igaz), a blokkot vonalba fúrta (ez nem igaz), majd beszerelte a főtengelyt és ezért elszámolt 176 000 Ft-ot. A régi motor elemeit a felperes megbízottja szerelte át ebbe a blokkba. A motor nyugvó csapágyai rövid idő alatt megszorultak, berágódtak, ezért visszavitték azt az előző munkákat végzett céghez, az alpereshez, aki újra csinált valamit de a főtengely nyugvócsapágyai újra berágódtak. Újra visszavitték a blokkot. Aztán hosszú ideig vitatkoztak a felek, mire a tulajdonos pert indított, a bíróság pedig ehhez engem jelölt ki szakértőnek. A helyszíni szemlére felkészültem kiírtam a Glacier katalógusból az előírt méreteket, vittem a mérőeszközeimet és 7-8 óra alatt befejeztem a szemlét.



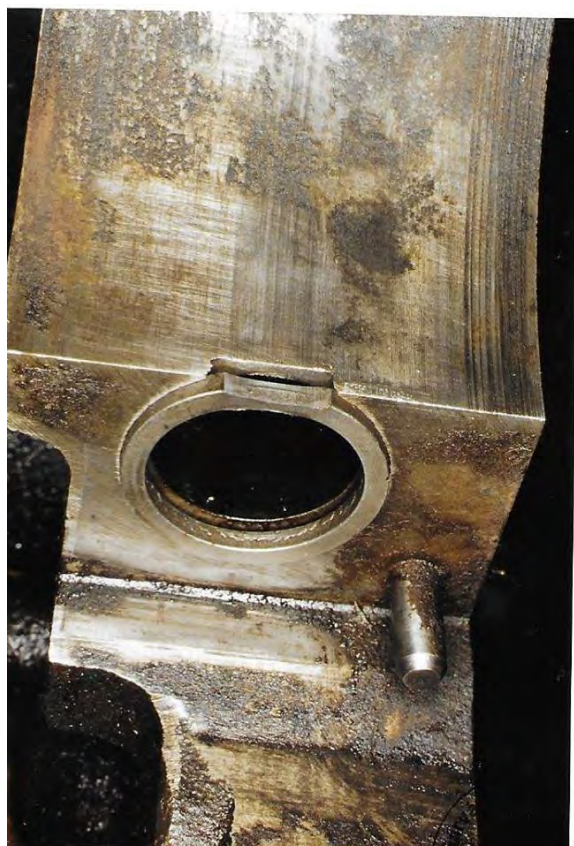
Itt a főtengely amin jók a méretek a 3. köszörülési mérethez.



Itt vannak a berágódott nyugvó csapágyperselyek. A nyugvócsapágyak furatait megmérve, a méreteket táblázatba beírva kiderült, hogy azok kisebbek a katalógusban lévő méreteknél. Azért rágódtak be a nyugvók, mert hidegen még meg lehetett forgatni a főtenget, de a melegedésekor, a hőtágulás miatt, csökken a csapágyjáték, ami a melegedés hatására negatív lett.



Az itteni képen látunk egy alátét-szerű körgyűrűhengert, ami a csapágyperselyek elfordulását gátolja. Ennek egy részét a berágódás miatt, a fészékben elfordult csapágypersely lenyírta.



Itt a bizonyíték arra, hogy az alperes nem fúrta vonalba a blokkot, csak megkérte az árát. A képen a 2. nyugvó csapágy furatának a csapágyfedél részében, a korábbi, évekig ott üzemelt, a főtengely 2. köszörülési lépcsőjéhez való csapágypersely külső felületébe benyomott betűk és számok tükörképe látszik, amit az un. réskorrózió hozott létre. A képen a 020, a második köszörülési lépcsőt jelenti. Ekkor a főtengely nyugvó csapjainak az átmérője 0,02 angol zollal, $0,020 * 25,4 = 0,508$ mm-el volt kisebb, pontosabban, kellett volna kisebbnek lenni az eredeti méretnél, de ez itt lényegtelen. Itt az a lényeg, hogy az alperesnél nem történt vonalba fúrás. Ha vonalba fúrták volna a blokkot (valamelyik korábbi esettanulmányban leírtam azt, hogy hogyan csinálják), ezt a feliratot leforgácsolták volna. Egy korábbi javításnál, az előírt méretnél kisebb átmérőre vonalba fúrták a blokkot, valószínű, hogy a katalógus-belinél, azaz a gyári előírásnál kisebb nyugvócsap méretre köszörült főtengelyhez. Az előző vonalba fúrást végző gépműhely tehát nem a gyári előírás szerinti méretre, hanem annál kisebb átmérőre fúrta a blokkot. Ezt nem vette észre az alperes, azt hitte, hogy jók a nyugvócsapágyak fészkeinek méretei, nem kell vonalba fúrni, mert épek a felületek, így az előírt méretre köszörült főtengely esetén (az alperesi gépműhely az előírt méretre köszörülte a főtengelyt) kicsi lett a csapágyjáték. A második javításuk alkalmával hónolni próbálták a furatokat, de az nem sikerült. Miért nem fúrták vonalba a blokkot legalább a második javításkor? Szerintem azért nem mert nem volt olyan nagy vonalfúró gépük, vagy horizontjuk, amire a blokk felfér. Odaadhatták volna más műhelynek de ezt sem tették, mert azt hitték, hogy jó az úgy ahogy van. Az alperes nem fordított kellő energiát erre a munkára. Arra hivatkoztak, hogy mivel a felperes szerelője pár nyugvócsapágy csapágyfedelét leszerelte, (a főtengelyt mindkét alkalommal az alperes építette be, tehát ehhez nyúlt hozzá a felperes szerelője), megszűnt a garancia, ezért nem javítják. Tehát jogi úton próbáltak védekezni, nem dolgozni és nem fizetni. Ez azonban az én szakértői véleményem után, szerintem nem sikerült. Az erről a munkáról készült szakértői véleményem 18 gépelt oldalból és 14 db fényképből áll. Mindig törekedtem arra, hogy a nem műszaki is, a bíró is megértse az írásom. Talán ennek köszönhető az, hogy a tárgyalásra nem idéztek meg. Még valamit: egy nálunk végzett mérnök adott szakvéleményt ebben az ügyben, az alperes felkérésére, de ő nem ért az ilyesmihez (anyagvizsgálattal foglalkozik). Csupa marhaságot írt és látszott, hogy meg akar felelni a megbízója érdekének. Odahívtam a szemlére. Szánalmas volt, pedig mint volt tanítványt kíméltem amennyire lehetett. SOHA NE ADJATOK SZAKÉRTŐI VÉLEMÉNYT OLYASMIRŐL, AMIHEZ NINCS IGAZÁN ALAPOS TUDÁSOTOK! EGYSZER SE LEGYETEK ELFOGULTAK (TISZTESSÉGTELENEK), MERT ÚGY MARADTOK!



(5)

14.felvétel

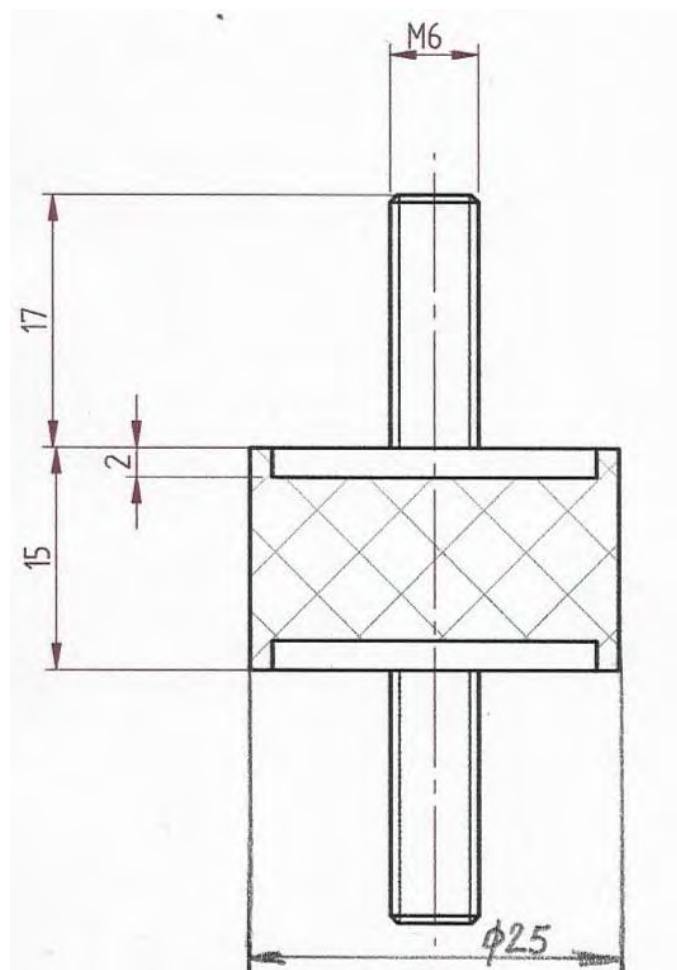
Az előző, évekig használt csapágypersely külső felületébe benyomott feliratok réskorróziós „lenyomata” a 2. nyugvócsapágy fedelének furatában (tükörkép).
Az alperes tehát nem végezte el a vonalbefúrást.

Sárvári József *
1. sz. f. sz. f. sz.

31. Esettanulmány

Selejt elhárítása csavargyártásban.

Már írtam azt, hogy aktív koromban, az egyetemi oktatásban, a képlékeny hidegalakítás volt a legfőbb szakmai területem. Ezért is örültem annak, hogy vagy 14 éve, megkeresett a Renner Bt Jánoshalmi cég, a bal oldali képen látható gumirugók igen nagy fejű csavarjai alakítási technológiájának kidolgozását kérve. Akkor még szabványos csavar és lyukasztott, kivágott lemez összedugásával készült ez az alkatrész. Ez a közepes nagyságú családi vállalkozás gumirugókat és más gumi alkatrészeket exportál főleg Nyugat-Európába. Ahhoz hasonló technológiát terveztem mint amilyen a jobb oldali képen van, 4 matricás folyató-zömítő sajtra. Ezt követően megbízóm piacutatás után, egy külföldi cégtől rendelt a munkához alakítógépeket, technológiát és szerszámokat. Most leírom a technológia műveleteit: 1. darabolás nyírásos vágással, 2. tömör test előre folytatása az 1. matricában, 3. előzömítés, és 4. készre zömítés a 2. matricában. Az előzömítés és a készre zömítés során a munkadarab ugyanabban a matricában van, a nyomószánon lévő szerszám tartó közben (tehát minden ütés után) szerszámot vált, így két ütésenként készül el egy munkadarab. Ezeket a műveletelemeket az alakító gép automatikusan végzi. Az alakított darabokra automatikus üzemű menetmángorló gépen készül a menet.



A csavarhoz egy német cég szállít nagyon kicsi karbontartalmú ($C = 0,04\%$) csillapítatlan "hidegzömítő acél" foszfátzott és polimerrel bevont felülettel, tekercsben. Ennek szakító szilárdsága $R_m = 370$ MPa körüli, kontrakciója $Z = 80\%$ körüli. A szakítással mérhető kontrakció az anyag alakíthatóságára jellemző. Ez az acél kiválóan alakítható. Pár év múlva újra kerestek Rennerék azzal, hogy nagy baj van: az új alakítógép beüzemelése során gyártott csavarok (vagy 2 mázsa) mind repedtek. Ha befogták a csavar szárát a satuba és ráütöttek a feje szélére, leesett a fej, mert nagy repedés volt a fej és a szár átmenetében. A külföldi szerelők, akik beüzemelték a gépet, azt mondták, hogy nem jó (nem elég jól alakítható) az alapanyag. Elmentem Jánoshalmára. A tulajdonos meghallgatása után elkértem az anyag műbizonylatát és ezt mondtam: Ilyen jól alakítható anyaggal még nem találkoztam életemben. Hát akkor mi a 100% selejt oka? Kiszedtünk a gépből félgyártmányokat, az üzemi szóhasználat szerint a stádiákat (mint amilyenek itt lent látszanak). Ezeket megmérve, kiderült az, hogy a folyatós műveletben a kifolyatott hossz nagyobb volt mint a csavar szárának a hossza, így a következő matricába, a kilökögig betol darab hengeres része, kiállt a zömítő matrica homlokfelülete elé, ezért azt a kiálló részt is zömítette a szerszám a következő ütéskor. A repedés azért keletkezett a fej és a szár átmenetében, mert azt a részt egyszer vékonyították pl. 11,7 mm-ről 7 mm-re, majd zömítették 7 mm átmérőről nem tudni milyen, de elég nagy átmérőre és eközben kimerült az alakváltozó képessége, ezért megrepedt. Ekkor mondtam: "A hidegalakító nem lehet olyan buta, hogy a munkadarabnak azt a részét, amit később vastagítani (zömíteni) fog, előtte vékonyítsa". A folyatós bélyeg belső holtponthelyzetét nem lehetett hátrébb állítani ezért leasztergáltunk a bélyeg hátulsó végéből pár mm-t és délre már ment a selejtmentes gyártás. Renner Tamás kiválóan képzett mérnök nem sokkal ez előtt végzett a gödöllői Szent István Egyetem Gépészmérnöki Karán. Energiát fordítottam arra, hogy őt az alakítástechnológiában képezem. Megvette az általam szerkesztett és részben írt "Képlékeny hidegalakítás" miskolci jegyzetet ezt megtanulta, néhányszor a lakásunkon is volt konzultálni, hozta a gép kezelőjét is, így aztán alakító technológusnak is kiképezte magát. Azóta sok idő eltelt, megszerezte Gödöllőn a PhD tudományos fokozatot is és címzetes egyetemi docens lett. A cég csavargyártó üzeme is sokat fejlődött. 2006-ban 7 db. csavargyártó gépük volt, ma 30 db. van. Hálás vagyok neki, hogy ennek az anyagnak a létrejöttében segített. Itt alul a Tőle kapott stádiákat látjuk a méretekkel. Bevallom, hogy ilyen nagy fejű, nagy D/d viszonyú (D a fej, d a szár átmérője) és ilyen vékony fejű, nagy D/k viszonyú (k a fej vastagsága) csavart sem láttam korábban.

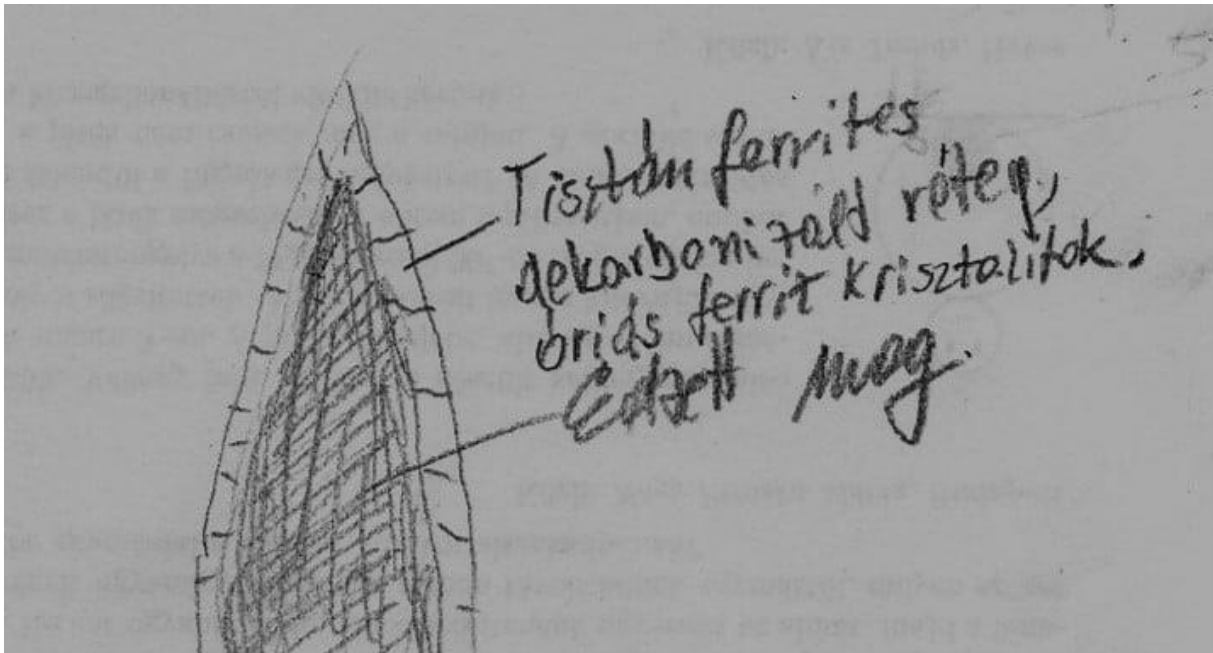


32. Esettanulmány

A csavargyáriak esete a lágyacél belövőszeg-alátéttel, amelyik forgácsolta az edzett belövőszeg felületét, amikor beletolták azt.

A Miskolccal szomszédos csavargyár mérnökeivel jó volt a viszonyunk. Üzemlátogatásra az ő buszokkal vittük a hallgatókat, kaptunk ingyen, vagy olcsón csavarokat a tanszéknek, mi pedig kisebb munkákat ingyen végeztünk nekik. Egyszer behoztak a tanszékre egy belövőszeget, amelynek a palástját három csíkban végig szántotta (forgácsolta) az ASz2 K 40 minőségű, kb 2mm vastag hidegen hengerelt $C = 0,1\%$ karbontartalmú lágyacél szalagból lyukasztással és kivágással náluk gyártott alátétszerű alkatrész, ami

a belövőszeget lefékezi a falnál. A lemez alkatrész lyuka pszeudókör szerű. Három kicsi átmérője kisebb a szeg szárának átmérőjénél, így már a szeg beletolásánál is fékez egy kicsit (nem esik le a szegről) a belövéskor, a falnál pedig, amikor a lemez a szeg nagyobb átmérőjű részéhez ér, lefékezi azt, hogy a menetes fej a falon kívül maradjon. Mint írtam, az alátétszerű alkatrészt a csavargár gyártotta lyukasztó-kivágó sorozat-szerszámban, többsoros elrendezésben, excentersajton. A külföldi megrendelő (a belövőszeget gyártója), a reklamációban azt írta, hogy a lemez túl kemény, forgácsolja a szeget és küldték a három csíkban, a betoláskor a lemez által végig forgácsolt szeget a rajta lévő lemezzel és a műanyag alátéttel. A mintát behozó mérnöknek azt mondtam, hogy a lágyacél lemeznek a lyuka körül egy keskeny sáv felkeményedik a lyukasztáskor, de az a keményedés nagyon-nagyon kevés ahhoz, hogy az edzett szeg felületét forgácsolni tudja. Olyan kemény anyagból pedig, ami forgácsolja az edzett acélt, nem lehet lyukasztással és kivágással ilyen alátétet gyártani, ezért meggyőződésem, hogy a szeg felülete nem eléggé kemény, magyarul lágy. beöntöttük a csupasz szeget dentakrilba, a felét kézi köszörüléssel, gyakori hűtés mellett elkészültük, a darabot csiszoltuk, políroztuk és marattuk, aztán szemünk elé tárult az a kép, aminek értékeléséhez mikroszkóp sem kellett. A szeg külső felülete alatt bő fél mm vastag, a maratáskor fehér maradt, tisztán ferrites, 0 % korbontartalmú, dekarbonizált réteg volt, amely az edzés hatására ugyanolyan lágy maradt, mint az edzés előtt volt. Ezért forgácsolta hát a normális alátét a szeg felületét. Fűzök ehhez magyarázatot? A fémtanból képzetektől elnézést kérve írom: A pl. 0,6 % C tartalmú acélban (ilyen lehet a belövőszeget anyaga, mert az edzett acél keménysége 0,6 % C tartalomnál már maximális) egyensúlyi esetben Fe_3C vaskarbid és nagyon kicsi C tartalmú térközepes kristályrácsú alfa fázis van. Az alfa egy része a perlit egyik fázisa, a másik része a ferrit nevű szövetelem, amely szemcsékben van jelen. A perlit két fázisú alfából és Fe_3C -ből áll és gyakran lemezes szerkezetű. Ha az acélt Ac_3 fölé, pl. 800 fokra felhevítjük a vaskarbid elbomlik, az alfa, lapközepes gammává (ausztenit) átkristályosodik, ami az összes korbont oldja. Ha ez után gyorsan (a kritikus hűtési sebességgel vagy annál gyorsabban) hűtjük az acélt, a lapközepes rács (az M_s hőmérsékleten áthúlve) térközepessé, martenzitté alakul, de a diffúzióra nincs idő, így a 0,6% C az alfa rácsban marad (egyensúlyi esetben ez néhány század % korbont képes oldatban tartani), amit eltorzítja a kristályrácsot, a kristálytani síkok ettől hepe-hupásak lesznek, az anyag csak nagy feszültség hatására alakváltozik, azaz kemény. (A maradék alakváltozás kristálytani síkok egymáson való elcsúszásával megy végbe). A kicsi C tartalmú acélok edzés után sem lesznek igazán kemények (lásd a vakedzést), a tisztán ferrites dekarbonizált réteg pedig az edzés után is olyan lágy lesz mint a ferrit HV 30= 100-120 keménységű. A 0,1 % C tartalmú, hidegen hengerelt acélszalag ennél kicsivel keményebb, a vágási felületen meg ennél is keményebb. Tehát megállapítottam, hogy nem a lemez a kemény, hanem a belövőszeget felülete a nagyon lágy. ("Nem a leves görbe, hanem a tál.") Hogyan képződik a dekarbonizált réteg? Dekarbonizáló atmoszférában való hevítéssel. Tisztán ferrites dekarbonizált réteg pedig az Ac_1 és az Ac_3 közötti hőmérsékleten, dekarbonizáló atmoszférában keletkezik. Ennek a magyarázata nem igazán fér ide. Mégis próbálom megmagyarázni. Az Ac_1 és Ac_3 közötti hőmérsékleten az acélban két fázis van. Az alfa fázis térközepes, a gamma fázis (az ausztenit) felületen középpontos (lapközepes) kristályrácsú. Gondoljuk a vas atomokat gömböknek, amelyek érintik egymást a kristályrácsban és lássuk be azt, hogy a gammában nagyobb a térkitöltés, adott térfogatban több gömb van mint az alfában, ezért az alfában a rács üres helyére berakható idegen golyó átmérője nagyobb mint a gammában. Ennek következménye az, hogy az alfában a vasénál kisebb C atom diffúziójának a sebessége sokkal nagyobb mint a gammában. Így ha egy C atom eljut a felület-közeli alfa fázisba, azon gyorsan átszáguld, ki a felületre, ahol elég. Ezért tud az Ac_1 és az Ac_3 között dekarbonizáló atmoszférában, tisztán ferrites lágy "bunda" kialakulni az acél felületén. Azt megjegyzem még, hogy az utóbbit óriás ferrit kristalitek alkotják, mert nincs ott másik fázis (pl. vaskarbid) ami az öndiffúziós szemcsenövekedést fékezhetné. Ez bizony elég hosszú lett. Nincs már meg a dekarbonizált darab, a makrofotóját sem találom. Ezt a tanulságos esetet meg akartam írni fotó nélkül is ezért skicceltem egyet, amit itt alul látnak. Még valami: Soha sem tudtam meg azt, hogy a reklámoló külföldi cég szakembere tényleg olyan buta volt-e a fémtanhoz mint ahogy ténykedéséből látszott, vagy a tétel visszautasítására (sztornirozására) talált ki ilyen ürügyet, aki tehát azt gondolta, hogy az a kicsi magyar gyár nem jön rá a huncutságára.



Apró hidegen alakított és közben lágyított darabok félgyártmányait gyakran a vízszintessel szöget bezáró forgó csökemencékben lágyítják (újrakristályosító izzítást végeznek rajtuk). A darabokat a lenti részen adják be a kemencébe, csiga viszi azokat felfele, majd a kemence végén ládába hullanak. A kemence középső részét, a csövet körülvevő ellenállás hevítés fűti, így a kemence belső terének a hőmérsékletét, a forgás miatt nem lehet közvetlenül mérni. Azt, hogy a kemencén átment darabok milyen maximális hőmérsékleten voltak, amíg átmentek, kapszulákba tett különböző olvadáspontú ötvözetekkel ellenőrzik utólag. A kapszulák átmennek a darabokkal a kemencén, kisedik azokat a darabok közül, kinyitják a kapszulákat, megnézik, hogy melyik ötvözetek olvadtak meg, mekkoránál volt nagyobb és mekkoránál kisebb a maximális hőmérséklet. Ezeket a kemencéket nem, könnyű beállítani, így előfordul hogy az Ac1-nél kisebb hőmérséklet helyett ennél nagyobb sikerül és ilyenkor előfordulhat a tisztán ferrites dekarbonizált réteg. Találkoztam olyan gyártmánnyal, amelynél ez a nagyon lágy réteg selejtet okozott. Az titok, hogy milyen gyártmány volt ez és melyik gyár gyártotta azt.

33. Esettanulmány

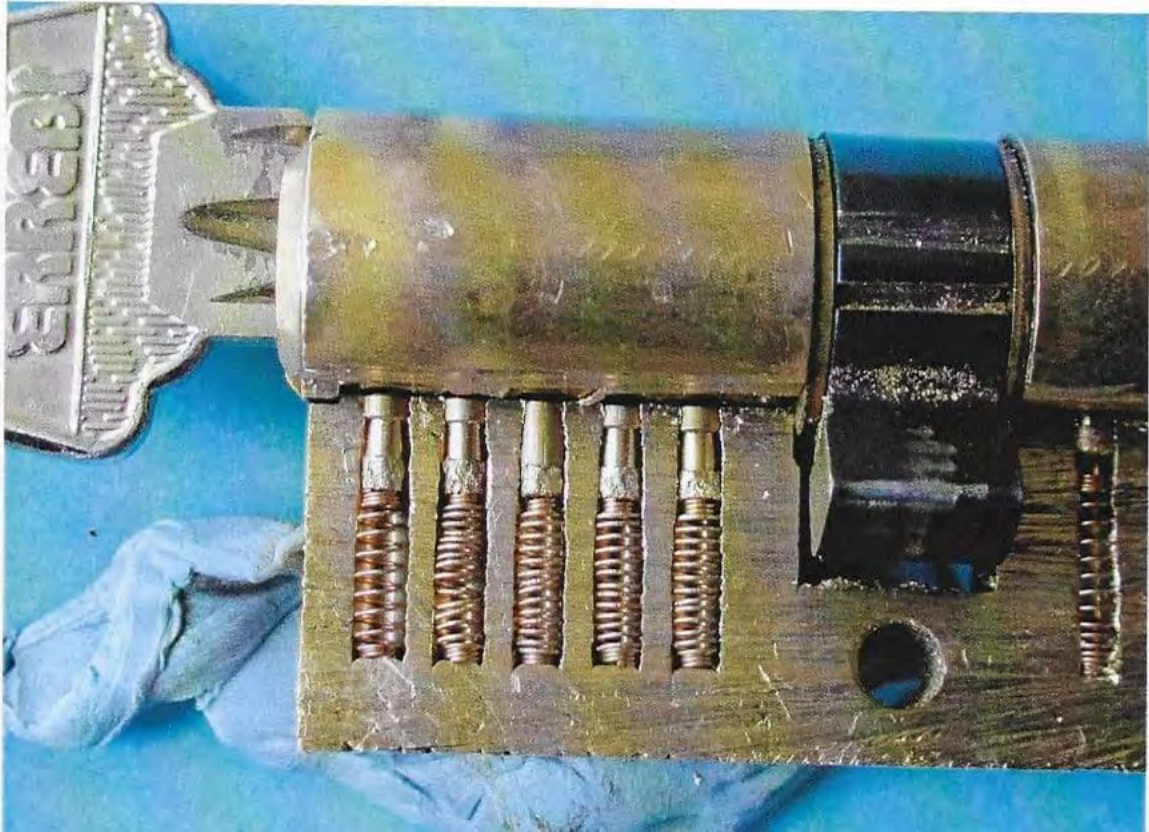
A hengerzárak működéséről.

Elfűrészeltem egy hengerzárát a szimmetriasíkjával párhuzamos sík mentén, ahhoz közel, úgy, hogy a zár csapjai és rugói ne nagyon sérüljenek. Ez elég jól sikerült, csak az alsó csapok alsó részét "rágták" egy kicsit a fűrész élének sarkai. A bal oldali képen látható részből a bal szélső rugót kivettem. Ott látszik az, hogy minden furatban két csap van és az is kitűnik, hogy a zár álló részében (ez a szakzsargonban a ház) lévő furatokkal szemben, a kulccsal forgatható részben (ez a szakzsargonban a henger) is furatok vannak és ezek a zár alapállásában egytengelyűek. A henger csak akkor fordul el a házban, ha az alsó és a felső csapok érintkezési felülete a henger hengeres felületének itteni érintősíkjában van. Ebben 0,3 mm körüli eltérés megengedett, mert a csapok érintkező felületei lekerekítettek. Ilyenkor a felső csapok az elforduló hengerben maradnak, az alsókat pedig a henger palástjához nyomják a rugók. A henger magával viszi az jobb oldali képen látszó fekete (acél) tollat, ami a zár nyelvét (lövettyűjét) mozgatja. A jobboldali képen a saját kulcsa van a hengerzárban, a kulcs és a toll fogatható, a zár nyitható zárható. Az egyel lejjebb lévő képen idegen kulcs van a zárban, látható, hogy olyankor nem fordul el a kulcs. A felső csapok különböző hosszúságúak lehetnek és ezeket különböző furatokba lehet tenni, így nagyon sok féle hengerzár alkotható amelyek a saját kulcsukkal nyithatók. Lehet olyan hengerzárakat szerelni (a csapokat úgy összeválogatni), hogy egy szállodai szint ajtóit csak a saját kulcsukkal nyílnak, de a takarító kulcsával mind nyílik, sőt az igazgató kulcsával a szálloda összes szobájának az ajtaja nyílik. Ezt csak olvastam, ebben nem vagyok felkészült. Megnéztem az interneten a mai hengerzár kínálatot. A mai modernnek az itteninél sokkal bonyolultabbak és biztonságosabbak. Vannak fűrés ellen védettek, magkihúzás (hengerkihúzás) ellen védettek, edzett csapocskákkal szereltek, fűrt kulcsosok stb. A hazai nagy zárüzletek,

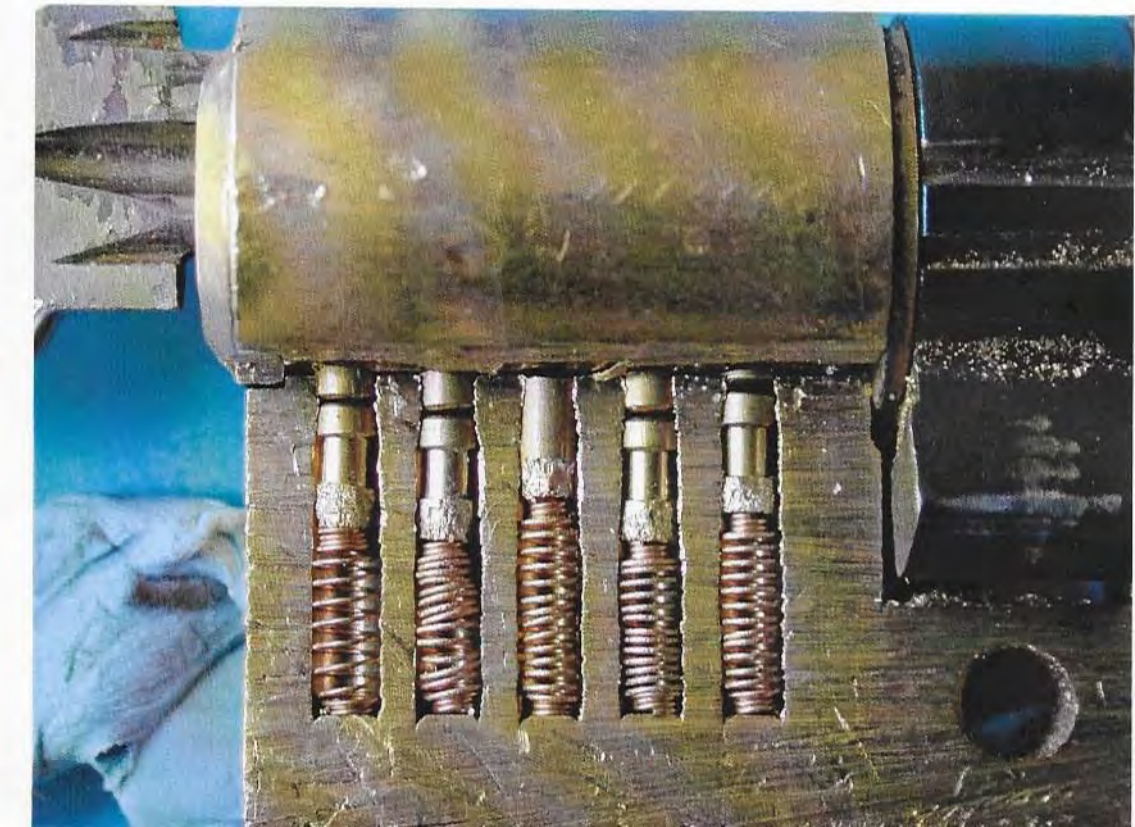
főkulcsos és mesterkulcsos hengerzár készletet is forgalmaznak pl. szállodáknak, illetve egy városrész összes kukatárolójához. A szemetesek egy kulccsal nyitják az összes kukatárolót. Úgy látom, hogy az eredeti ötlet, a hengerzár koncepció megmaradt.

Foglalkoztam régen a zsványok által az ilyen zárok kinyitására alkalmas eszköz vizsgálatával is, de azt nem írom le, mert nem akarok zsványságra tanítani senkit.





Az itteni képen idegen kulcs van a hengerzárban.



34. Esettanulmány

Utolsónak még néhány jelenségről, amelyekkel találkoztam. Egészen röviden.

Feszültségkorrózió: Az alfa sárgarezek, a Cu és a Zn szilárd-oldatai, a 63%, vagy annál nagyobb réz tartalmúak, régi jelükkel Sr 63, Sr 70, és Sr 80 (mai jelükkel talán CuZn 63/37 stb. a feszültség-korrózióra leghajlamosabb anyagok. Ezek feszültség-korróziója bekövetkezik, ha mechanikai feszültség van bennük és a légkörben lévő levegőben füstgázok vannak. Először Sr 63 minőségű, csavargyártáshoz rendelt és a szabadban lévő raktárban, tekercsben tárolt anyagon észleltem feszültségkorróziót. Az anyag felületén fehér lepedék képződik. Ha ezt letöröljük, épnek tűnik a felület, de ha meghajlítjuk a huzalt, egymástól nagyjából azonos távolságonként felnyílnak a hajlítás nélkül szabad szemmel láthatatlan repedések. Ha meghajlíthatlan ilyen huzalt mikroszkópon nézünk, látjuk a repedést, de annak két oldala között nincs távolság. Észleltem ilyen fűrt kút csövére ráhajlított sárgarézt szitaszöveten, ami a szabadban állt pár napig, de láttam a lakásunkon, a gázkonvektor füstgáz kibocsájtó csöve fölé, az ablakkeretre elfeszítve odaszegelt ablakhőmérő sárgarézt szárán is, aminek feszültségkorróziós eltérése miatt a hőmérő leesett. Acéloknál ritkábban észlelünk ilyeneket. 1960-62-ben Ózdon acéllemezből hegesztve csináltak kéményt, amelyet tűzálló anyaggal béleltek. Itt a hegesztéssel készült varratok mellett jelentek meg, az építés után több mint 1 évvel feszültségkorróziós repedések. Ezeket a kéményeket le kellett bontani. Saválló acélok szemcsehatár-korróziója: A 18 % Cr és 8% Ni tartalmú ausztenit szövetszerkezetű saválló acélok, egyrészt a Cr felületvédő hatása, de főként az anyag egyfázisú (tisztá ausztenit) volta miatt saválló. A szemcsehatár-korrózió savas közegben akkor következhet be ezeknél, ha az ausztenit szemcsék határára egy igen vékony, optikai mikroszkópon nem is látható krómkarbid háló válik ki. Ettől egyrészt két fázisú lesz az anyag így mikro galvánelem alakul ki a szemcsehatáron, másrészt az ausztenit szemcsék határára, a kiválás miatt egy igen vékony rétegben, nagyon lecsökken a Cr tartalom, mert a Cr, mint nagy átmérőjű atom, lassan diffundál a felületen középpontos ausztenitben, sokkal lassabban mint a kicsi C atom, így a Cr csak közelről jön a szemcsehatárra az ottani ausztenit Cr tartalmát erősen lecsökkentve. Az ilyen acél szemcsehatárai a savban "elfogynak", az acél ettől igen-igen törékeny lesz. A karbidkiválás, az ez ellen nem védett acélokban hevítés hatására, pl. a hegesztéssel készült varrat közelében alakulhat ki. Nem hajlamosak az ilyen kiválásra a 0,08 %C-nél kisebb C tartalmúak és azok, amelyekbe a C% ötszörösénél nagyobb % Ti-t ötvöztek (Ti-nal stabilizált ausztenites acélok). Ezekben stabil titánkarbid képződik, így a C-nek és emiatt a Cr-nak a szemcsehatárra való diffundálása ki van zárva. Ha nem kell hegeszteni az acélt, vagy a hegesztés után hőkezelhető (befér a kemencébe) a 0,15 % C tartalmú, Ti ötvöztetés nélküli acél is megteszi, egy "ausztenites lehűtés" (1000 fok C-ról vízben hűtve) után. Így homogén ausztenites lesz és ellenáll a savaknak. Az ilyen acélok korróziós vizsgálatát úgy végzik, hogy adott összetételű fürdőben, adott ideig főzik a lemezt, majd ez után egy márványlapra ejtik és ha cseng akkor jó, ha puffan mint az ólom akkor nem megfelelő. Felületi (Hertz feszültség okozta) kifáradás: Fogaskerekek fogfelületein, egymáson gördülő acél alkatrészek és gördülőcsapágyak gördülő felületein, nagy terhelésnél, néha kis árkok keletkeznek, mert ottan kis anyagdarabok pittingek esnek ki. Ez annak következménye, hogy két ilyen alkatrész érintkezésekor a legnagyobb redukált feszültség nem a felületen, hanem az alatt alakul ki. Ott kis repedés keletkezik, amelyik nő a terhelés ismétlésével, majd kiesnek ezek a pittingek. A fogaskerék fogfelületein látható a pittingek helye. A gépelemek tanítja a felületi kifáradásra (a Hertz feszültségre) való méretezést. Siklócsapágyak bélés-kifáradása: Ez a jelenség a régi vastag fehérfémmel (ón, vagy ólombázisú csapágybélés-ötvözet) bélésű siklócsapágyak túlterhelésekor alakult ki. Én egy 10 GKN jelű kétütemű gázmotoros, óriási gázkompresszor főhajtórúd csapágyán észleltem ilyen, amely motor, a kipufogó rendszer elkocszosodása miatt öngyulladás (kopogással) üzemelt. Ilyen túlterhelés esetén a vastag fehérfém bélés megrepedezik (mint a kiszáradt tó feneké), majd a bélés darabjai kiesnek a helyükről (leválnak a perselyről = kifárad a kötési felület is), az acél persely az acél forgattyús tengelyjel berágódik, tehát nagy kár keletkezik. A mai modern, vékony perselyű, vékony bélésű csapágyaknál nincs bélés-kifáradás. Ezek a modern csapágyperselyek 3 rétegűek: Lágyacél lemez külső rész, ólombronz középső rész és galvanikusan felvitt leheletvékony fehérfém belső részből állnak. Egy 100 mm átmérőjű csap perselyének összes vastagsága nem több mint 5-7 mm.

Írhattam volna a 2003 előtti 2 db láncos körhinta forgó-részének, hintázókkal együtt történt leeséséről, amely mindkét esetben a tartó függőleges oszlop, a "bálvány" kifáradás okozta törése miatt, pontosabban az azon lévő elképesztően szakszerűtlen hegesztett varratok miatt következett be, de ezeknek csak a törött csövet vizsgáltam, ezért nem lett volna teljes a róla írt esettanulmány. Azóta a bálvány csövébe tettek egy másik csövet, amely nem visel terhelést, így ha eltörik a bálvány nem esik le az egész forgórész, csak billeg, nem sérül meg a sok hintázó, mint az előző két esetben. Azóta megváltoztatták (szigorították) a körhinták vizsgálati rendszerét is.