

Prof. dr. Lukács László¹, Szalay András², Dr. Zádor István³

ROBBANTÁSSAL KÉSZÍTETT DRÓTKÖTÉL HUROK^{4,5}

A mindennapok gyakorlatában, a különböző technikai eszközöknél alkalmazott acélsodrony kötelek végén, valamilyen rögzítő eszköz kerül elhelyezésre. Ennek a rögzítésnek kellő erősségűnek kell lennie ahhoz, hogy kibírja azt a húzó/rántó terhelést, melynek a munkavégzés során a kötelet kitesszük, vagyis közelítően azonosnak kell lennie, a kötélt szakítószilárdságával. Az esetek döntő többségében ehhez egy hurkot kell képeznünk a kötélben. A cikkben egy robbantásos módszer kerül bemutatásra a drótkötél hurok kialakítására, 6–8–10–12 mm-es acélsodrony köteleknél. A hurkokat a német NORDMETALL GmbH-nál statikus és dinamikus szakító vizsgálatoknak vetették alá, melyek pozitív eredménnyel zárultak. A technológia gyakorlati alkalmazhatóságát, katonai PMP pontonokon vizsgáltuk.

Kulcsszavak: robbantással készült drótkötél hurok, robbanózsínór

BEVEZETÉS

A mindennapok gyakorlatában, a különböző technikai eszközöknél alkalmazott acélsodrony kötelek végén, valamilyen rögzítő eszköz kerül elhelyezésre. Ennek a rögzítésnek kellő erősségűnek kell lennie ahhoz, hogy kibírja azt a húzó/rántó terhelést, melynek a munkavégzés során a kötelet kitesszük, vagyis közelítően azonosnak kell lennie, a kötélt szakítószilárdságával.

¹ CSc., a Zrínyi Miklós Nemzetvédelmi Egyetem, majd a Nemzeti Közszerződés Egyetem nyugalmazott egyetemi tanára.

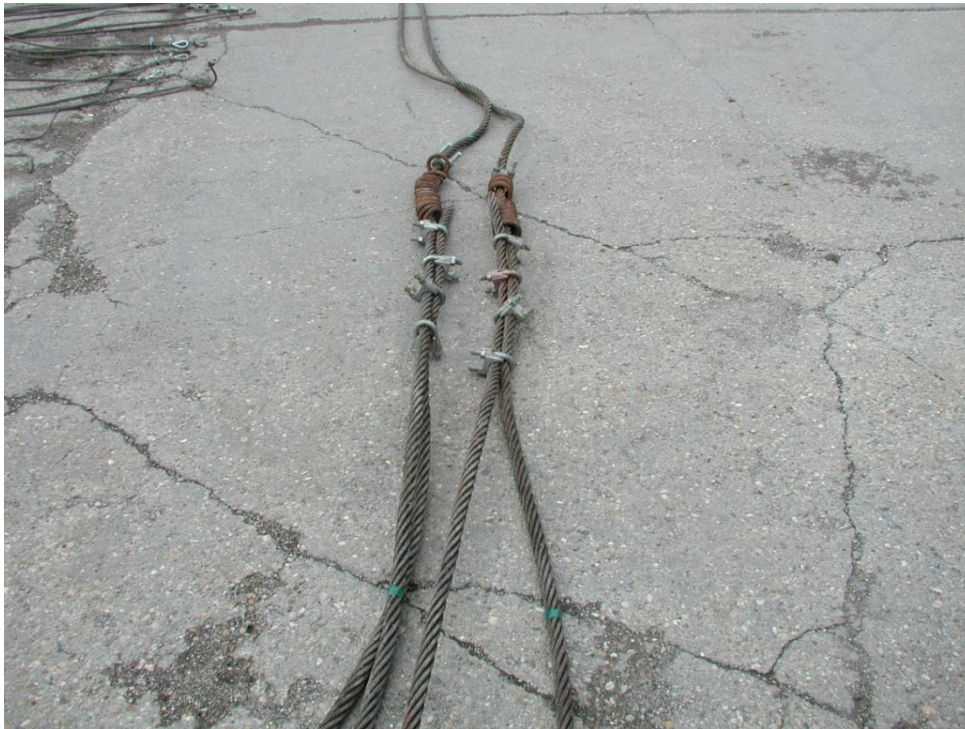
² Az S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-fejlesztő Kft. ügyvezetője.

³ PhD., S-Metalltech 98 Anyagtechnológiai Kutató-fejlesztő Kft.

⁴ Bírálta: Prof. dr. Szabó Sándor ny. mk. ezredes, egyetemi tanár. Nemzeti Közszerződés Egyetem, E-mail: szabo.sandor@uni-nke.hu.⁵ A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Robbantásos fémmegmunkálás elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői a Nemzeti Közszerződés Egyetem, Hadtudományi és HBernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Prof. Dr. Karl P. Staudhammer – Los Alamos National Laboratory (USA); Academician Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. Mamalis, National Center Scientific Research „Demokritos” (Athén, Görögország); Pavel Manas (PhD), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno).

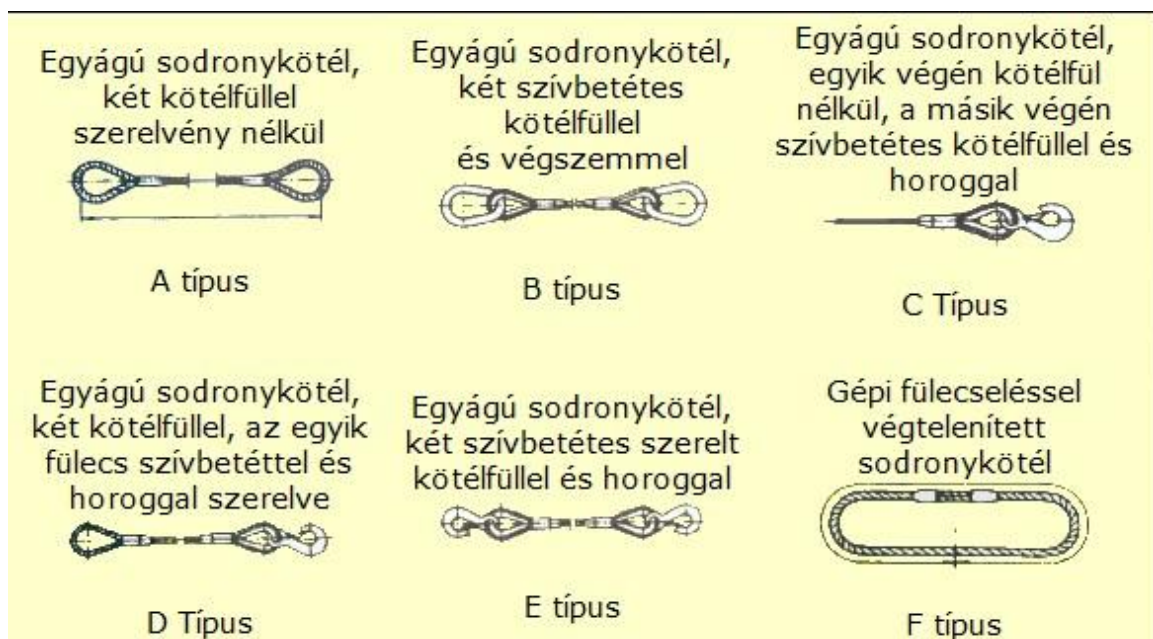
⁵ A cikk a TÁMOP-4.2.1.B-11/2/KMR-2011-0001, Kritikus infrastruktúra védelmi kutatások projekt, Robbantásos fémmegmunkálás elnevezésű kutatás eredményei alapján készült. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósult meg. A kutatás résztvevői a Nemzeti Közszerződés Egyetem, Hadtudományi és HBernhard Rieger, Bernhard Rieger Sprengtechnik (Germany); Prof. Dr.-Ing. Dr. h. c. Lothar W. Meyer, director, valamint Dr. – Ing. Norman Herzig, managing director, Nordmetall GmbH. (Adorf, Germany); Prof. Dr. Karl P. Staudhammer – Los Alamos National Laboratory (USA); Academician Prof. Dr.-Ing. Dr.h.c. Prof.h.c. Athanasios G. Mamalis, National Center Scientific Research „Demokritos” (Athén, Görögország); Pavel Manas (PhD), University of Defence, Faculty of Military Technology/Department of Engineer Technologies (Czech Republic, Brno).

Az esetek döntő többségében ehhez egy hurkot kel képeznünk a kötélben, melyre a legegyszerűbb, ugyanakkor a legkevésbé biztonságos megoldás, a csavaros rögzítők alkalmazása (lásd az 1. sz. ábrát).



1. sz. ábra: Hurok készítése sodronykötélre, csavaros rögzítéssel⁶

Ennél sokkal biztosabb megoldást kínál, a hurkok szabványban rögzített módszerrel történő, préselési technológiával történő kialakítása, amit pl. a FUX ZRt. is végez Miskolcon. Termék skálájuk széles körű, melyet az alábbi ábra is bizonyít.



2. sz. ábra: Sodronykötél hurkok a FUX ZRt. ajánlatából⁷

⁶ Foto Dénes Kálmán

Maga a technológia egyszerű, a kétrét hajtott drótkötélre egy ovális, szabványos alumínium záró gyűrű kerül, melyet egy szerszám segítségével, préseléssel rögzítenek.



3. sz. ábra: Hurok préselése⁸



4. sz. ábra: A préselt hurok⁹

A módszerrel különböző vastagságú sodronykötelekre készíthető el, a megfelelő méretű fül.

⁷ Forrás: a FUX ZRt. honlapja. [6]

⁸ Foto Szalay András a FUX ZRt. műhelyében.

⁹ Foto Szalay András a FUX ZRt. műhelyében.



5. sz. ábra: Préseléses technológiával készült hurkok, különböző átmérőjű acélsodronyokon¹⁰

A gond akkor jelentkezik, amikor a munkavégzés során történik szakadás, és a közelben nincs olyan üzem, ahol a javítás elvégezhető lenne. Ráadásul a szállítás idővesztéseket jelent, hiszen a munkagép addig nem dolgozik. Egy civil cég esetében ez csak pénzügyi veszteséget jelent, de a katonai gyakorlatban egyszerűen elképzelhetetlen az, hogy például egy folyóátkelés azért hiúsuljon meg, mert a pontonoknál alkalmazott rögzítő drótkötél elszakadt. A következőkben a probléma gyors, helyszíni megoldásának egyik lehetséges módszerét mutatjuk be.¹¹

1. A ROBBANTÁSOS FÉMALAKÍTÁS ELMÉLETI ALAPJAI

A robbantástechnika, bár látszólag egy szűk területet jelent a műszaki tudományokon belül, mégis tovább bontható olyan szakterületekre, melyek mindegyike más és más felkészültséget igényel. Ha csak a bányászati robbantásokat nézzük, élesen különbözik egymástól a külszíni, és a földalatti bányaművelés. Teljesen külön szakterületet képvisel az építmények robbantásos bontása, a víz alatti robbanási munkák, vagy a jégrobbantás. A geofizikai kutatások során éppúgy végeznek robbantásokat, mint pl. a kohászatban. Végezetül pedig, létezik az ipari robbantástechnikának egy igen speciális, szűk területe: ez a robbantásos fémalakítás és – megmunkálás.

A szilárd testek mechanikájában feltételezzük, hogy a test egy tetszőleges pontjában ható erő egyidejűleg hozza mozgásba az adott térfogatú test minden elemét, és az erővel arányos gyorsulást eredményez. Másik oldalról, a rugalmasságtanban megengedett, hogy a külső erők, és a szilárd testben keletkező belső feszültségek között, egyensúlyi állapot alakuljon ki. A nagy sebességgel végbemenő folyamatban, a lejátszódó jelenségek a testben létrejövő lökéshullámon keresztül jellemezhetőek.

A robbanás során létrejövő hatalmas nyomás csak néhány mikroszekundumig hat. A detonációsebességgel tovaterjedő (rövid idejű) nyomásimpulzus hatására, a fémfelületen kialakuló feszültségek, a sebesség nagyságától függően különböző módon terjedhetnek a céltárgy belseje felé.

¹⁰ Forrás: a FUX ZRt. honlapja. [6]

¹¹ Kisátmérőjű drótkötelekkel végzett kísérletek eredményei korábban bemutatásra kerültek a „Fúrás-robbantástechnika 2004” Nemzetközi Konferenciáján, Miskolci Egyetem, 2004. szeptember 7–9. [1]

Ha a detonációsebesség nem éri el a hangsebességet, akkor a felületen képlékeny alakváltozás jön létre, mely elnyeli a robbanás során a fémmel közölt energia egy részét. Ez a képlékeny alakváltozás csak bizonyos mélységig terjed a fém belseje felé. Az alakváltozás mértéke a detonációs termékek közvetlen hatásának helyétől távolodva gyorsan csökken. A detonáció során keletkező gáz-halmazállapotú termékek nyomásának következtében kialakuló húzófeszültségek hulláma ebben az esetben viszonylag kis amplitúdójú, és rendszerint nem okozza sem a fém, sem a kialakuló kötés sérülését. Ezt használják ki a robbantástechnika egy speciális ága, a robbantásos fémalakítás és plattírozás (hegesztés) során. E műveletek során igen lényeges még, a fémfelületről visszaverődő, valamint a különböző közegek fázishatárán áthaladó feszültség-hullámok hatása, továbbá a hullámok találkozási effektusa is. A test szabad felületével párhuzamos frontú sík lökeshullám, azonos amplitúdójú síkhullám formájában verődik vissza, de ellenétes feszültségű előjellel. A nyomóhullám ugyanakkor húzóhullám alakjában verődik vissza.¹²

2. ROBBANÓANYAGOK ALKALMAZÁSA A FÉMALKÍTÁSBAN

A fémlemezek robbantásos alakítása a kor technológiai vívmányának tűnik, de egyes források arról tudósítanak, hogy több mint egy évszázaddal ezelőtt már ismerték és alkalmazták fémek megmunkálására, a robbanás erejét. Állítólag 1878-ban, Manchesterben, bizonyos Daniel Adamson robbanással formált nagyszilárdságú kazánlemezeket. Később Kentben, Claude Johnson formázott robbantással, nehezen megmunkálható fémeket. Ugyanezen forrás szerint, ennek eredményeként jegyezték be Angliában az első robbantásos fémalakítási szabadalmat 1889. szeptember 23-án, fémcső robbantásos tágitása kerékpár váz gyártásakor témában (British Patent no. 21840). 1909. november 9-én, az USA-ban jegyeztettek be szabadalmat, síklemezek robbantásos alakításával kapcsolatban (US Patent no. 939,702). Johnson találmányát az 1950-es évek elején adaptálta a Moore Company of America, és nagyméretű ventilátor tárcsákat kezdett robbantással előállítani, ezzel 15 %-os költségcsökkentést érve el, a hagyományos, mechanikus gyártáshoz képest¹³.

A korai próbálkozások után, a fenti törvényszerűségeket felismerve az 1930-as években kezdődtek fokozott mértékben kísérletek különböző fémalakítási eljárások során, a robbanóanyagok alkalmazására. Ezek eredményeként, az 1950-es évek elején ipari méretekben került felhasználásra lemezek és csövek alakítására, a robbanóanyag robbanása során keletkező energia.

Alapvetően három fő területen találkozhatunk a robbantásos fémalakítással, fém megmunkálással:

- Fémlemezek plattírozása, hegesztése során;
- Fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakításakor;
- Fém- és kerámiaporok tömörítéskor.

¹² A robbantásos portömörítés elméleti alapjait, ezen belül a robbanási energia, fémszerkezetekre gyakorolt alakító hatását részletesen tárgyalja: PRÜMMER, Rolf: Explosivverdichtung pulvriger Substanzen, Springer-Verlag, Berlin, 1987.; orosz nyelvű fordítása – Obrabotka poroskoobraznuh materialov vzrúvom (Poralakú anyagok megmunkálása robbantással), Mir, Moszkva, 1990.

¹³ MYNORS, D. J. – ZHANG, B.: Applications and capabilities of explosive forming, Journal of Material Processing Technology 125–126, 2002. pp. 1–25. alapján.

2.1. Robbantásos plattírozás

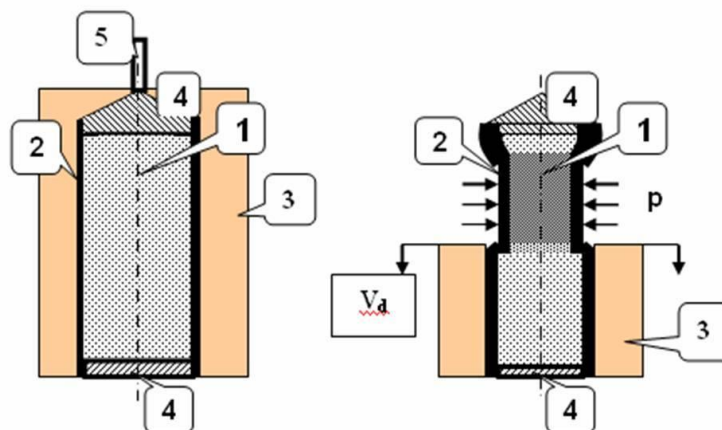
A robbantásos plattírozás olyan, fémek kötésére alkalmazható eljárás, amellyel a legkülönbözőbb paraméterekkel rendelkező fémlemezek, illetve rudak és csövek, egymással szemben fekvő felületei között folyamatos, fémes kötés hozható létre. Külön kiemelendő, hogy az eljárás során olyan fémeknél is létrehozható kötés, melyeknél más, pl. hideg, vagy meleghegerlési, sajtolási módszerekkel ez nem valósítható meg (pl. alumínium-acél, alumínium-titán, stb.).

2.2. Fémlemezek és fémcsövek képlékeny alakítása

Az eljárás során, az elkészített mintába (szerszámba) préselik bele robbantással a fémlemez, illetve csövet, mely ezáltal felveszi annak a formáját. A robbanási lökeshullám energiáját általában víz segítségével juttatják az alakítandó felületre. Mivel csak a formát kell elkészíteni, továbbá egy medencére, és minimális robbanóanyagra van szükség, a módszer különösen gazdaságosan alkalmazható nagyméretű, ugyanakkor kis darabszámban szükséges munkadarabok, pl. tartályfenekek elkészítésekor.

2.3. Fém- és kerámiaporok tömörítése

Speciális anyagok előállításakor, pl. szupravezető gyártásnál került előtérbe a fém- és kerámiaporok robbantásos tömörítésének lehetősége (9. számú ábra). Az eljárás lényege, hogy egy plasztikusan alakítható fémcsőbe (tartály) helyezik a kívánt fajtájú kerámia, vagy fémport. A csövet kívülről por alakú robbanóanyaggal veszik körbe oly módon, hogy a kívánt robbanóanyag vastagságnak megfelelő belső átmérőjű csövet helyeznek a munkadarab köré (ez lehet pl. prespán, vagy egyéb műanyag, hiszen a folyamat szempontjából nincs jelentősége, viszont nem célszerű, hogy a robbanáskor komolyabb repeszhatás alakuljon ki miatta). Ezt a robbanóanyagot egy időben iniciálva a teljes hengerpalást területén (pl. egy körbetekert robbanószinórral), a kialakuló „húzógyűrű” beszűkíti a tartályt, összepréselve (tömörítve) a benne lévő port. Az így kialakuló új anyag szilárdságára jellemző, hogy esztergálható, húzható.



6. sz. ábra: A kerámia-por robbantásos tömörítésének elvi vázlata¹⁴

1 – tömörítendő por; 2 – fémcső (tartály); 3 – robbanóanyag; 4 – végzáró; 5 – gyutacs; V_d – a robbantással kialakított „húzógyűrű” haladási sebessége

¹⁴ Forrás: S-Metalltech Kft.

3. HUOK ROBBANTÁSA ACÉLSODRONY KÖTÉLRE

A különböző külső munkahelyeken úgy az erdőgazdaságban, mint a bányáüzemekben, az elektromos távvezetékeket üzemeltető szerveknél, vagy a katonai gyakorlatban széleskörűen alkalmaznak drótköteleket. Ezek igénybevétele során gyakori a szakadás, melynek helyszíni javítása nem, vagy csak nehézségek révén valósítható meg. Ha pl. a katonai gyakorlatot tekintjük, akkor az elszakadt drótkötelek esetén az összetoldás természetesen robbanásos módszerrel sem oldható meg. Viszont a munka tovább folytatásához, az esetek döntő többségében szükség van a kötél végén a hurokra, mely – elképzelésünk szerint – kialakítható robbantással. A kísérletek megkezdése előtt, az alkalmazandó anyagokkal szembeni követelményeket tisztáztuk.

A fenti fémalakítási technológiák, módszerek tanulmányozása során vetődött fel, az acélsodrony kötélre hurok robbantásának lehetősége. Elgondolásunk szerint, a kötélből kialakított hurokra egy fém csövet húzva, majd azt a cső hengerpalástja mentén, a portömörítésnél bemutatott módon megrobbantva, a cső rásajtolódik a hurkot alkotó kötelekre, megfelelő szilárdságú kötést biztosítva.

3.1. A technológiánál alkalmazott anyagok kiválasztása

A fémcsőnél elsődleges szempontként, annak anyagának képlékeny alakíthatóságát tekintettük. Számításaink szerint, a cső anyagát a robbanás lökéshullámának be kellett préselnie a drótkötél pászmái közé. Ezért választásunk, a kereskedelmi forgalomban beszerezhető, Al 99,9 anyagú alumínium csőre esett.

A robbanóanyag kiválasztásánál több szempontot is figyelembe kellett vennünk:

- A kereskedelmi forgalomban beszerezhető, az ipari és a katonai robbantástechnikában széleskörűen elterjedt robbanóanyag legyen, hiszen elsődlegesnek tekintettük azt, hogy ne kelljen külön, speciális robbanóanyagot beszerezni, mert ez által pont a módszer gyors, a sérülés helyén történő azonnali alkalmazhatósága veszett volna el;
- Könnyen felszerelhető legyen a csőre;
- Pontosán meghatározható, könnyen adagolható legyen a szükséges töltetmennyiség;
- Időjárástól függetlenül alkalmazható legyen a robbanóanyag, akár nedves körülmények között is;
- Gyutacsindítható robbanóanyag legyen;
- Alkalmazása ne igényeljen speciális felkészültséget a felhasználótól, hiszen a technológia lényege az azonnali, a rendelkezésre álló anyagokkal a helyszínen könnyen, és gyorsan végrehajtható javítás.

A fenti kritériumok alapján döntöttünk a robbanózsínór alkalmazása mellett, mely jól adagolható, a felhasználandó mennyiség a technológiai utasításban pontosan meghatározható, a cső hengerpalástja mentén könnyen elhelyezhető és rögzíthető. Indítása akár villamos, akár pedig robbantógyutaccsal végrehajtható. Időjárási viszonyoktól függetlenül bármikor felhasználható. Kezelésére a Magyar Honvédség minden katonája, már az alapképzés során felkészítésre kerül.

3.2. A kísérlet elve

Az acélsodrony kötélből, az alumínium cső segítségével hurkot készítünk oly módon, hogy a rövidebb szálát visszahajtjuk a csőbe. Ezáltal a kötelek kitöltik a cső belsejét, kb. 120°-os elrendezéssel.

A kötélből kialakított hurokra húzott cső adott hosszúságú szakaszán – annak teljes palástfelületén – akkora nyomást kell a robbanás lökeshullámával létrehozni, hogy ez a cső anyagát képlékenyen alakítva, a kívánt mértékű alakváltozást (beszűkítést) hozza létre, ugyanakkor ne roncsolja a cső anyagát.

A cső palástfelületét körülvevő, egyenletes vastagságú, homogén robbanóanyag réteg detonációjának kiváltása után, a robbanás gázhalmazállapotú termékeinek nyomásfrontja, az adott robbanóanyag fajtára jellemző detonációsebességgel (az általunk alkalmazott robbanózsínornál $v=6500$ m/s) mozgó „húzógyűrűként” halad a cső tengelye mentén, elvégezve a csövön a kívánt alakváltoztatást.

Az eljárással az alábbi feltételeket kellett biztosítani:

- Az alumínium cső rásajtolása a hurokra, a cső és a sodronykötél tönkremenetele nélkül menjen végbe;
- A képződő hurok a kötélen által elviselendő szakítóerőt, de legalább a kötélen – a rendeltetésszerű használat során jelentkező húzóerőt – bírja ki.

4. NAGYÁTMÉRŐJŰ ACÉLSODRONY KÖTÉL ROBBANTÁSA

A pályázat keretében vizsgáltuk 6–8–10–12 mm átmérőjű acélsodrony kötelekre történő hurok robbantás technológiai lehetőségeit.

Ezen belül, a cikkben – a többek között az 1. Honvéd Tűzszerész és Hadihajós Zászlóalj által is alkalmazott – 12 mm átmérőjű drótkötéllel végzett kísérlet eredményeit mutatjuk be (lásd a 7. sz. ábrát). Összesen 15 szál STARTLINE20 robbanózsínort használtunk a robbantáshoz, mintegy 30 g össztömeggel.

A nagyobb átmérő miatt, az acélsodrony szál csőbe való visszabújtatása nem jöhetett szóba, ezért kétféle új megoldást próbáltunk ki. Egyrészt, a villamos-iparban kábelkötéseknél használt alumínium illesztő-betétet (7/1. számú ábra), másrészt pedig – kitöltendő a hiányzó acélsodrony szál helyét – kiegészítő alumínium rudak behelyezését a csőbe (7/2. számú ábra).



7. sz. ábra: Ø12 mm-es acélsodrony kötél szerelése elektromos illesztő-betéttel, illetve kiegészítő alumínium rudakkal¹⁵

A Nemzeti Közszolgálat Egyetem, Hadtudományi és Honvédtisztképző Kar, BUEHLER Metallográfiai Laboratóriumában elkészült metszetek azt mutatták, hogy mind az alumínium illesztő betétes (8/1. számú ábra), mind pedig a kiegészítő alumínium szálakat alkalmazó megoldás (8/2. számú ábra) jó eredményt hozott.

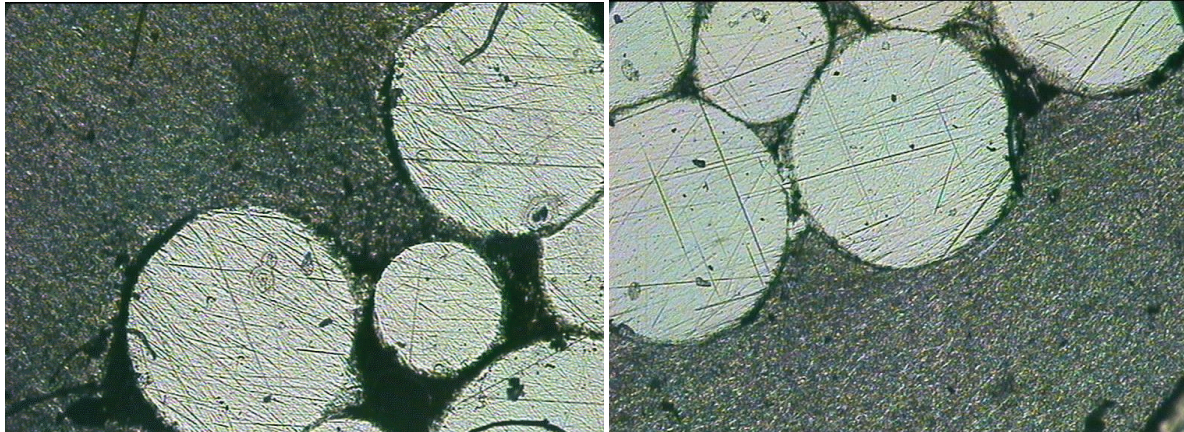


8. sz. ábra: Ø12 mm-es acélsodrony kötélre robbantott hurkok metszeti képe¹⁶

Hasonlóan meggyőzőek voltak, a metallográfiai mikroszkóp képei is (9. számú ábra).

¹⁵ Foto: Lukács László

¹⁶ Foto: Lukács László



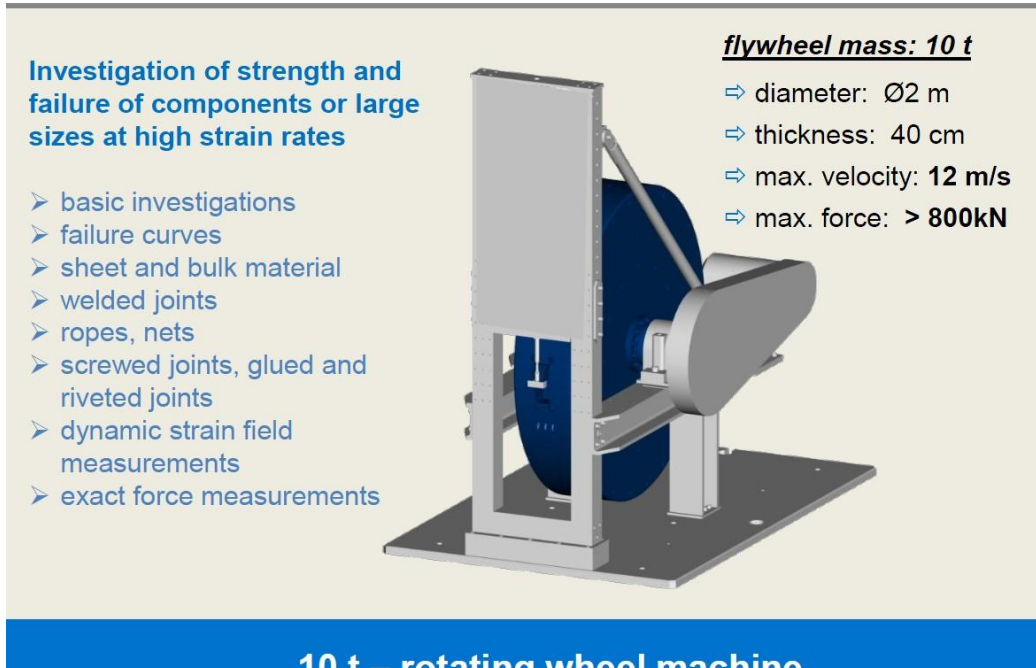
9. sz. ábra: A 8. számú ábra metszetei, 50-szeres nagyításban¹⁷

5. 6–8–10–12 MM ÁTMÉRŐJŰ DRÓTKÖTÉL HURKOK DINAMIKUS SZAKÍTÁSA ÉS GYAKORLATI KIPRÓBÁLÁSA PMP PONTONOKON

A kutatás befejezéseként szükségessé vált az elkészült mintadarabok, valósághoz közelítő körülmények közötti statikus és dinamikus szakító/rántó igénybevételt szimuláló ellenőrző laborvizsgálatainak elvégzése.

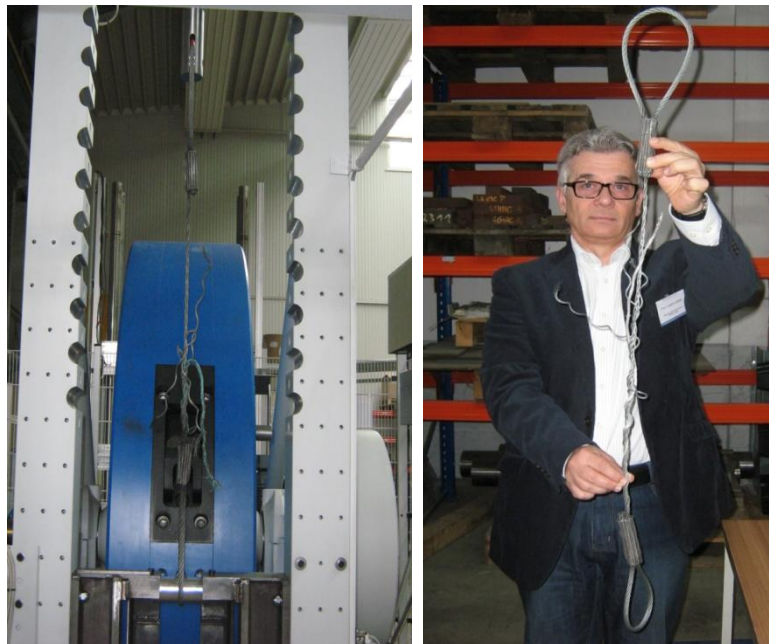
Mivel ehhez megfelelő berendezést Magyarországon nem találtunk, végül a német Nordmetall GmbH-nál tett szakmai látogatásunk során találtunk rá arra a 10 t-ás mérőberendezésre, mely képes hiteles eredményeket szolgáltatni, az általunk készített 6–8–10–12 mm-es drótkötél hurkok, dinamikus erőhatásokkal szembeni megfelelőségéről, terhelhetőségéről.

¹⁷ Foto: Tamás András



10. sz. ábra: A NORDMETALL GmbH vizsgáló berendezése¹⁸

A laboratórium, mindkét végén robbantott hurokkal rendelkező, 50–60 cm hosszúságú kísérleti mintadarabokat kért. Az elvégzett és jegyzőkönyvvel dokumentált [4] vizsgálatok megnyugtató eredménnyel zárultak, maximális terhelés hatására egyes szálak elszakadtak, de maga a robbantott hurok nem sérült meg.



11. sz. ábra: Robbantott acélsodrony hurok a vizsgálat után¹⁹

¹⁸ N. Herzig, L.W. Meyer: A brief introduction to Nordmetall GmbH.

¹⁹ Foto Szalay András

A végső próba olyan katonai eszközökön, valós körülmények közötti kipróbálás volt, ahol a vizsgált átmérőjű drótköteleket alkalmaznak, és azok szakadása esetén, elengedhetetlenül szükséges, a gyors javításuk.

Ilyen nagy felhasználók lehetnek pl. a honvédség pontonos alegységei, ahol a PMP szalaghíd elemekből épített kompok, hidak működtetéséhez nagy mennyiségű drótkötelet használnak fel, vagy a hidász alegységek roham- és kísérő hidakat üzemeltető rajai.



12. sz. ábra: Műszaki tiszti hallgatók pontonos kiképzése a Tiszán²⁰

A kísérletek során a Magyar Honvédség illetékesei engedélyének hiányában – az eredeti tervtől eltérően – a Magyarországon egyedülként Nemzeti Közlekedési Hatóság által kiállított hatósági úszómű bizonyítvánnyal rendelkező, az Invesztíció'93 Kft. tulajdonában lévő PMP elemek felhasználásával került a terepen a kísérlet végrehajtásra. Az alkalmazott drótkötelek átmérője 11 mm volt.



13. sz. ábra: A robbantott hurok a PMP parti pontonon²¹

²⁰ Foto Dr. Szabó Sándor

A gyakorlati kipróbálás előkészítését és végrehajtását a „Robbantással kialakított acélsodrony kötél hurkok gyakorlati kipróbálása PMP pontonokon” c. dokumentumfilmen örökítettük meg.

6. ÖSSZEFOGLALÁS

A kísérleti robbantások azt bizonyították, hogy külső munkahelyeken, a rendelkezésre álló robbanóanyagot és robbantási segédeszközöket alkalmazva, külön felkészültség nélkül, gyorsan elvégezhető a kis- és közepes átmérőjű drótkötelek javítása, hurok robbantásával a sérült részekre.

Nem szükséges a módszerhez új eszközök, felszerelések beszerzése, csak az adott technikai eszköznél alkalmazott drótköteleknek megfelelő alumínium cső, valamint az elektród tartó hevederek tárolandók a szerszámos ládában. A cső kialakítása, a rendszeresített robbanósinór töltet-tömegének függvénye. Kísérleti úton szükséges meghatározni, az adott szervezetnél alkalmazott acélsodrony köteleknek megfelelő alumínium cső méretét (hosszúság, belső és küldő átmérő), és a szükséges robbanósinór szálak darabszámát. A szerelést az egységkészletében található cső segítségével kell végrehajtani, a szintén méretre szabott hevedereknek megfelelő hosszúságú és darabszámú robbanósinór levágását követően.

A kísérletek tapasztalatai szerint a robbantásnak repeszhatása nincs, a robbanás ereje a kötélvéget, mintegy 40–60 cm-re megemelte, majd az visszaesett a földre. Így, akár a jármű mellett, annak a robbanással ellentétes oldalán tartózkodva elvégezhető a robbantás.

A javasolt módszer semmilyen külön felkészültséget nem igényel a Magyar Honvédség alapkiképzésen átesett katonáitól. A honvédségi alkalmazáson kívül, a módszert eredményesen lehetne használni, a szintén acélsodronyt alkalmazó erdőgazdasági és villamosipari cégeknél, bányauzemekben, továbbá a katasztrófavédelmi feladatok során.



14. számú ábra: Különböző átmérőjű, robbantott drótkötél hurkok (\varnothing 6–8–10–12 mm)²²

²¹ Foto: Lukács László

²² Foto: Szalay András

Nagy előnynek tartjuk a szerelés gyorsaságát. Egy-egy mintadarab előkészítésére kb. 2–3 percre volt szükség. Mivel a szerelés egyetlen eleme sem igényel speciális felkészültséget, így a módszer külön oktatás nélkül is alkalmazható.

A Robbantásos fémmegmunkálás tárgyú kutatásnak csak egy eleme volt a drótkötél hurkok robbantásos kialakítása. A kétéves munka eredményeként többek között – együttműködve az Óbudai Egyetem (ÓE), Bánki Donát Gépész- és Biztonságtechnikai Mérnöki Karon (BGBMK) dolgozó kollégák, Elektromágneses fémalakítás tárgyú kutatásával – megalkotásra és meghirdetésre került a Nagyenergiájú fémmegmunkálás című tantárgy. A hallgatók, az ehhez kapcsolódóan megírt tananyagból [5] sajátíthatják el ezeknek a speciális technológiáknak az alapjait²³.

FELHASZNÁLT IRODALOM, FORRÁS

- [1] LUKÁCS L. – SZALAY A. – BÉRCZES I.: Sodronykötelek kötése robbantással, előadás a Magyar Robbantástechnikai Egyesület, „Fúrás-robbantástechnika 2004” Nemzetközi Konferenciáján, Miskolci Egyetem, 2004. szeptember 7–9. Megjelent a konferencia kiadványában, pp 19-26.
- [2] PRÜMMER, Rolf: Explosivverdichtung pulvriger Substanzen, Springer-Verlag, Berlin, 1987.; orosz nyelvű fordítása – Obrabotka poroskoobraznüh materialov vzrúvom (Poralakú anyagok megmunkálása robbantással, Mir, Moszkva, 1990.)
- [3] MYNORS, D. J. – ZHANG, B.: Applications and capabilities of explosive forming, Journal of Material Processing Technology 125–126, 2002.
- [4] Tensile testing of explosively bonded steel ropes - Nordmetall report NM 22/2013.
- [5] Nagyenergiájú fémmegmunkálás – jegyzet (Szerk. prof. dr. Lukács László – dr. Rácz Pál), Nemzeti Közszolgálati Egyetem, Budapest, 2013., ISBN 978-615-5305-21-4
- [6] A FUX Zrt. honlapja, <http://www.fux.hu/>

²³ Az ÓE BGBK könyvtárában 200, a Nemzeti Közszolgálati Egyetemen további 48 példányban áll rendelkezésre a jegyzet.