XIV. FIATAL MŰSZAKIAK TUDOMÁNYOS ÜLÉSSZAKA

Kolozsvár, 2009. március 26-27.

KÖRNYEZETBARÁT TECHNOLÓGIÁK A GÉPGYÁRTÁSBAN

Dr. Gyenge Csaba, Varga András

Abstract

The significant reduction of the green areas and the land filling of the dangerous waste increased the governments and consumers attention on the environment protection. It is very well known that the classical industrial technologies usually are transforming the raw materials into end products and waste. These technologies must be replaced with integrated models in which the waste coming out from a process can be used as a raw material in the next one. In industrial context we can distinguish two types of resources: materials and energy. An efficient way of conserving of the resources is the recycling.

In order to establish with accuracy and really the negative effect of different manufacturing technologies on the environment, with more than 10 years before was launched an international research program, with the participation of technical universities from Switzerland, USA, Germany, Japan and Romania. The Department of Manufacturing Engineering from Technical University of Cluj Napoca joined the project launched by the Swiss National Research Foundation, was active in the research activities, purchased the necessary informatics support and presented the research results at conferences at every two years organized in Zurich in the environment protection field.

In the present paper we will present general issues about the negative effect on the environment of some manufacturing technologies and the results of our researches in this field.

Keywords: environment protection, green technologies, recycling.

Összefoglalás

Ismeretes, hogy az utóbbi idők egyik legnagyobb problémája, a környezetszennyeződése. Az ipari termékek, az életciklusuk valamennyi szakaszában bizonyos mértékben szennyezik a környezetet. Általában egy ipari termék életciklusát hat szakaszra oszthatjuk: a nyersanyag előállítása, gyártási folyamatok, szállítás, üzemeltetés, üzemből való kivonás, újrahasznosítás. Ugyanakkor, lényeges szennyeződést okoz a fenti szakaszok keretében felhasznált energia előállítása.

A csökkenőben lévő zöld területek és a káros hulladék tárolása az utolsó évtizedekben megnövelte a kormányok és a fogyasztók érdeklődését a környezet iránt., megfelelő szoftvereket (DFE, LCA, stb.) fejlesztettek ki, valamint nemzetközi programokat indítottak be.

Annak érdekében, hogy minél pontosabban és reálisan lehessen meghatározni a különböző technológiák környezetszennyező hatását, már körülbelül két évtizede beindult egy nagy terjedelmű nemzetközi kutatási program, a Svájci, Amerikai, Németországi, valamint Japán reprezentatív egyetemek bevonásával. A Kolozsvári Műszaki Egyetem Gépgyártástechnológia tanszéke abban a kiemelt helyzetbe került, hogy elnyerve egy pályázatot a Svájci Nemzeti Kutatási Alapítvány által meghirdetett programok keretében, aktívan bekapcsolódhatott ezekben a kutatásokban, megvásárolhatta az ehhez szükséges szoftvereket és részt vehetett a két évenként megszervezendő környezetvédelmi konferenciákon Zürichben.

Dolgozatunk keretében először a gépipari technológiák környezetszennyező hatását illető általános kérdéseit ismertetjük, majd bemutatjuk saját kutatásaink eredményeit ezen a területen.

Kulcsszavak: környezetvédelem, zöld technológiák, újrahasznosítás (recycling)

1. AZ IPARI TEVÉKENYSÉGEK BEFOLYÁSA A KÖRNYEZETRE

Az ipar nagymértékű és sokoldalú szennyező hatását 13 csoportra oszthatjuk (1. táblázat).

1. táblázat. Ipari szennyeződések szennyező hatásai

1. Üvegház effektus	8. A levegő minőségének károsodása
2. Az ózonréteg rombolása	9. Ipari zaj
3. A víz minőségének károsítása	10. A hulladékok tárolása
4. Savas esők	11. A talaj szennyezése
5. Nehéz fémek	12. Esetleges természeti katasztrófák
6. Szerves illékony elemek	13. A biotechnológia alkalmazásából következő csapadékok
7. Szívós szerves anyagok	

A legfontosabb szennyezők a: bányászat, kohászat, az építőanyag ipar, a kémia és petrokémia (1. ábra).

	A környezet szennyeződés nagysága												
	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	11.	12.	13.
A kőolaj finomítás													
Vegyipar													
Gyógyszeripar													
Szén és petróleum termékek													
Acélok és öntvények													
Elektrotechnika													
Szállítási eszközök													
Különböző feldolgozások													
Gépipar													
Papír és nyomdaipar													

1. ábra. A különböző iparok környezetszennyező hatásai

A szennyező tényezők rohamos növekedése oda vezetett, hogy már 40 évvel ezelőtt szükségesé váltak az ökológiai ellenőrzések és rövid időn belül kifejlődött egy új ipar az úgy nevezett „EKO-IPAR” amely megfelelő termékeket és szolgáltatásokat biztosít a környezet szennyeződés csökkentése érdekében.

A nyugat európai országok ökológiai programja keretében, technológiai szempontból az ökológiai módszerek 6 csoportra oszthatók:

1. Mérés és ellenőrzés
2. A károsan szennyező nyersanyagok helyettesítése

3. Tiszta („zöld”) technológiák
4. Újrahasznosítható termékek
5. Újrahasznosítási technológiák
6. Melléktermékek feldolgozása

A jövő megoldásai között a legfontosabb helyen a „zöld technológiák” szerepelnek.

2. KÖRNYEZETBARÁT TERMÉKEK ÉS TECHNOLÓGIÁK FEJLESZTÉSE

Ismeretes, hogy a hagyományos ipari technológiák általában a nyersanyagokat késztermékké és hulladékká változtatják. Ezeket a technológiákat fel kell cserélni integrált modellekkel amelyek keretében az egyik folyamat hulladékait a következő nyersanyagként használja fel.

Ismeretes, hogy a környezetbarát technológiáknak gazdasági előnyei is vannak.

A hulladékok kiküszöbölése, a nyersanyagok és energia ésszerű felhasználása révén a vállalatok gyártási költségei csökkennek és így versenyképesebbé válnak.

A környezetbarát termékfejlesztést 3 jellegzetes részre oszthatjuk (2. ábra): zöld termékek, zöld technológiák és a nyersanyagok és energia ésszerű felhasználása

2. ábra. Környezetbarát termékfejlesztés

3. KÖRNYEZETBARÁT MEGMUNKÁLÁSI TECHNOLÓGIÁK

A forgácsolási technológiák környezetszennyező hatásait 4 csoportra oszthatjuk:

- közvetve az energia felhasználás révén
- közvetlenül a hűtő-kenő folyadékok levegő és szennyvíz szennyezése
- a fémforgácsok tárolása szállítása
- ipari zaj

Ezek szerint a forgácsolási technológiák környezetbaráttá való alakítása érdekében a következő lépések szükségesek:

- a forgácsoláshoz szükséges energia csökkentése: a forgácsolási paraméterek optimalizálásával [5], szerszámgeometria változtatása, a munkadarab anyagának kezelésével

- a hűtő-kenő folyadékok minimálisra való csökkentése
- a fémforgácsok megfelelő tárolása, szállítása és feldolgozása újrahasznosítás végett
- a gyártási rezgések csökkentése

A hűtő-kenő anyagok [1] egyik legfontosabb problémája az ökológia és az egészségügy terén jelentkezik, érzékelhető. A Német Környezetvédelmi Hivatal felmérése szerint évente körülbelül 300.000 tonna hűtő-kenő folyadék kerül felhasználásra. Az elhasznált hűtő-kenő anyagok nagyobb részét tárolják, kisebb részét pedig elégetik [6]. A tárolás a környezetünkben történik és ez káros hatással van az ökológiai folyamatokra, növekszik a környezetszennyezés mértéke. A hűtő-kenő folyadékoknak egészségkárosító hatása is van. Ez főleg rákos, valamint asztmás megbetegedésekben nyilvánul meg.

Tanszékünk már több mint 15 éve bekapcsolódott több hazai és nemzetközi programba a környezetbarát termékek és technológiák fejlesztése céljából. Ezek közül megemlítenénk:

- Svájci Nemzeti Kutatási Alap – Contract No: 7 IP 051249 „Modernizing of teaching and scientific research concerning the environmental aspects in the construction of machines”.
- CEEPUS program RO-01 – „Környezetbarát termékek és technológiák”. Partnerek: Budapesti Műszaki Egyetem, Miskolci Egyetem, Kecskeméti Műszaki Főiskola, Maribori Egyetem, Kassai egyetem, Poznani Egyetem, Bukaresti Egyetem
- TEMPUS JEP 13875/98 – Magdeburgi Egyetem – „Minimál hűtés-kenés alkalmazása a fogaskerék gyártásnál”
 - K+F Székesfehérvár: Integrált és környezetbarát termékfejlesztési központ, Kolozsvár
 - ICPIAF Kolozsvár – az ipari iszapok tisztítása
 - IMA Nagyenyed – A fémipari szennyeződések felmérése és csökkentése

3.1. Száraz és minimál hűtés-kenés technológiák

A hűtő-kenő anyagok megfelelő kiválasztásához az anyag hatás-mechanizmusainak feltárása szükséges, mely hatásmechanizmusok a forgácsoló rendszer igénybevételi viszonyainak komplett elemzésével mutathatók ki. Régebben a hatásmechanizmusok egyes jelenségeire 100%-ig bebizonyított tudományos magyarázatot nem tudtak adni, de manapság a világszerte folyó kutatómunkának köszönhetően a különféle anyagok szerepe tisztázódott, sőt az utóbbi időben újabb és újabb anyagokat, illetve hűtés-kenésre alkalmas berendezéseket fejlesztettek ki.

A hagyományos hűtés-kenés helyett két új fajta eljárást fejlesztettek ki. Az egyik a minimál-kenés [12], a másik pedig a száraz megmunkálás.

- Minimál-kenés esetén a hűtő-kenő folyadékot levegő segítségével juttatják a forgácsolási térbe, ahol kifejti hűtő-kenő hatását.
- Száraz megmunkálás esetén a forgácsolási teret nagynyomású hűtött levegővel hűtik.

A minimál-kenésre leginkább az jellemző, hogy pont annyi kenőanyagot [8] használ fel, amennyi éppen szükséges. Ezáltal a felhasznált hűtő-kenő anyag mennyisége sokkal kevesebb. Ezért gazdasági szempontból roppant előnyös eljárás, valamint a hűtő-kenő folyadék egészségügyi, ökológiai szempontból nem károsít annyira, mint a hagyományos hűtő-kenő anyagok. Ehhez természetesen a hőterhelést jól bíró, kopásálló szerszámokra van szükség.

A többretegű bevonattal ellátott, megfelelő geometriájú, szívós, de szilárd alapanyagú gyorsacél és keményfém szerszámok megfelelnek ezeknek az elvárásoknak.

Például esztergálás esetén 2 db. túlnyomásos fúvóka biztosítja a minimális mennyiségű hűtő-kenő folyadék vezetését és irányítását a forgácsolási térbe (3. ábra).

3. ábra. Esztergálás minimális mennyiségű hűtő-kenő anyagok alkalmazásával

Gyakorlati kísérleteink [2] bebizonyították, hogy szárazforgácsolás esetén a szerszámkopás 17%-al nő és a minimális hűtés-kenés esetében alig 3%-al. Ebben a második esetben a használt hűtő-kenő folyadék mennyisége 0.2 ml / perc volt.

Fogazás esetén a Magdeburgi Egyetemen közösen terjedelmes gyakorlati kísérleteket folytattunk egy PFAUTER PE 500 CC220 CNC fogazó gépen 2,75 modulú csigamaróval amelynek az aktív felületei titán-nitriddel voltak bevonva. A kenést köd alakban egy Lubrimat L 60 típusú készülékkel biztosítottuk (4. ábra). Az adatfeldolgozások alapján a következő eredményekhez jutottunk:

- 3370 órás megmunkálás esetén a szükséges hűtő-kenő folyadék 15-ször kisebb volt mint hagyományos hűtés esetén
- Összesítve a berendezés költségeit is, az egy db-ra eső hűtő-kenő folyadékkal járó költségek 0,086-rol 0,056 EUR-ra csökkentek.
- Ugyanakkor a környezetbe lényegesen kevesebb szennyező anyag kerül.

4. ábra. Gyakorlati kísérletek egy PFAUTER PE 500 CC220 CNC fogazó gépen

4. ELHASZNÁLT GÉPKOCSIRONCSOK SZAKSZERŰ SOROZAT SZÉTSZERELÉSE ÉS ÚJRAHASZNOSÍTÁSA

A statisztikák alapján [9], Európában körülbelül 9 millió elhasznált gépkocsit vonnak ki évente a forgalomból, amelynek körülbelül 25% a szeméttárolókba kerül. Annak érdekében, hogy ez az óriási mennyiségű anyag visszakerülhessen a gyártási körfolyamatba megfelelő újrahasznosítási technológiák szükségesek (recycling). Európában a gépkocsi gyártók vizsgálatokat végeztek a szeméttároló területeknek a csökkentése érdekében, és fontolóra kezdték venni az általuk gyártott gépkocsik újrahasznosítási lehetőségeit.

A gépkocsik körülbelül 600-féle anyagot tartalmaznak, ezek közül az acél a meghatározó anyag, amely viszonylag eredményesen újrafelhasználható. Az elavult gépkocsironcsok acélanyaga gyakorlatilag 99%-ban újrahasznosítható, emiatt rendkívül hatékony, zárttechnológiai infrastruktúra alakult ki világszerte, amely több millió tonna acélt hasznosít évente, rengeteg nyersanyagot, energiát és pénzt takarítva meg és jelentősen csökkentve a környezet szennyeződését.

A műanyagok okoznak inkább problémákat és növelik a hulladékkezelési költségeket és a gépkocsi zúzási maradványainak növekedését vonják maguk után, annak ellenére, hogy a műanyag-felhasználással alacsony termelési költségcsökkentéseket lehet elérni.

4.1 Szétszerelés és recycling stratégiái és folyamatai

Az elavult gépkocsik begyűjtése

- Valamennyi országban nagy számú elavult gépkocsi létezik. Ezek átlag életkora az ország gazdasági helyzete függvényében több mint 15 év, (Európában 8.5 év).
- Ezek visszavonása/kivonása a forgalomból és környezetbarát újrahasznosítása komoly műszaki és főleg gazdasági probléma.

Egy elbíráló paraméter, az elavult gépkocsik környezet szennyezése, karbantartása, gazdaságossága, és forgalmi biztonsága.

A környezetben veszteglő elavult gépkocsi roncsok környezetbarát újrahasznosítása

- Egy hatékony törvény rendelkezés hiányában, még mindig gondok vannak az elhagyott , valamint forgalomból kivont gépkocsironcsok *begyűjtésével*.

Lehetséges megoldások [10]: nagy adófizetés a nem a forgalomban levő gépkocsikért addig ameddig ezek környezetbarát újrahasznosításának tanúsítása meg nem történik. A tulajdonost kötelezni hogy a gépkocsironcsot beszállítsa egy szétbontó /recycling központba.

- Ki vállalja ezek környezetbarát újrahasznosítását? Egy megfelelő törvényrendszer esetében a gyártó felelős az általa gyártott gépkocsik újrahasznosításáért.

- Ha az elavult gépkocsinak negatív piaci értéke van akkor az utolsó tulajdonosra rá lehet szólni gépkocsija környezetbarát újrahasznosítását? (gazdasági helyzet miatt nem).

Lehetséges megoldások: a gyártók által (vagy a már létező szétbontók által) létesített recycling központok tervezése és felépítése. Kérdés az, hogy gazdaságos lesz e a folyamat? Akkor is ha a hulladékokat megfelelően feldolgozzuk/semlegesítjük és tároljuk? Régiókban szükségesek lennének a megfelelő kormányközi egyezmények és támogatások ez irányban.

Az újrahasznosítás szétszerelést/szétbontást igényel

Annak az érdekében, hogy környezetbarát módon újrahasznosítsunk egy gépkocsironcsot vagy bármely más terméket, előzőleg szét kell szerelni [7].

A gépkocsik esetében a szétszerelés főbb folyamatai a következők:

- A káros folyadékok/anyagok eltávolítása, további feldolgozása és tárolása (olaj, hűtőfolyadék, akkumulátor). Mindezek környezetbarát tárolása költséges és megkérdőjelezi az újrahasznosítás gazdaságosságának irányában.

- Az újrafelhasználható alkatrészek kiválasztása és leszerelése. Ez a folyamat gazdaságos lehet az országainkban a fejlett "secondhand" kereskedelemnek köszönhetően. Ez környezetbarát szempontból jó mert minél több alkatrészt újrahasznosítunk annál több nyersanyagot, energiát és pénzt takarítunk meg.

- Az újrahasznosítható vagy értékes anyagokat tartalmazó elemek leszerelése.

- A roncs eladás őrlő (shredder) üzemeknek.

Szükséges eszközök:

- Hazai gépkocsiállomány szétszerelési módszerek tanulmányozása
- Szétszerelő technológiák léteznek, viszont szükséges ezek adaptálása szükséges a helyi gépkocsi állományhoz (pl. szerszámok) vagy esetleg olcsóbb technológiák kidolgozása?
- Veszélyes anyagok feldolgozásának, semlegesítésének módszerei.

Fő feladatunk a hulladék mennyiség csökkentése, és persze ha lehetséges gazdaságosan! Minél nagyobb mennyiségben történik meg az újrahasznosítás és újrafelhasználás annak jobban csökken a hulladékmennyiség.

4.2 A szétszerelés gazdasági tényezői

A környezetbarát újrahasznosítás szétbontást igényel, anyag-újrahasznosítás esetén ezek anyagok szerint való szétválasztását, a káros anyagok kivonását és feldolgozását a termékből. Mindezek hatalmas költségekkel járnak. Azokat a megoldásokat kell keresni és fejleszteni, amelyek gazdaságossá és lehetővé tehetik az újrahasznosítást [12]. De mindezekre a gyártónak (tervezőnek) is figyelnie kell, mivel ő szabja meg saját termékének összes tulajdonságait különböző kritériumok alapján (5. ábra). Az elsoroltakkal szemben végül is a gyártó minimum költségeket kíván elérni, hogy a terméke műszaki tulajdonságaitól, színvonalától függően minél alacsonyabb eladási árral rendelkezzen.

5. ábra. A gyártó hatásterülete

A már elhasznált gépkocsi újrahasznosításával utólag a szétbontó rendelkezik. A szétbontó döntése az elavult gépkocsin, a szétszerelés gazdaságosságától függ [11] (6. ábra).

Annak érdekében, hogy nyereség is legyen, ezek a költségek összege kisebb kell legyen mint a bevételek.

A nyereség a következőkből jöhet:

- Az újrafelhasználható komponensek értékesítése. A további megmunkálások is beleszámítódnak a költségekbe (tisztítás, felülvizsgálat, feljavítás, visszaszerelés, stb.).
- Értékes nem szennyező anyagok, törmelékek értékesítése Bármely szennyezés, amely az anyag tulajdonságaira hat csökkenti ez értékét
- Energia kivonás égetés vagy pirolízis révén.

6. ábra. A szétbontó döntése az elavult gépkocsin

5. KÖVETKEZTETÉSEK. TEENDŐK

- Termék/termelő felelősség, a gyártónak felelőséget kell vállalnia a termékért ennek teljes életciklusa során (Product/Producer Extended Responsibility).
- Szükség a környezetbarát irányú termék fejlesztés:
 - Design for Environment (Környezetbarát tervezés)
 - Design for Disassembly (Szétszerelés-helyes tervezés)
 - Design for Recycling (Újrahasznosításért való tervezés)

Tudnivaló, hogy ez költséges az új technológiák miatt de a létező folyamatoknak optimalása lehetséges.

- Az újrahasznosításnak előbb vagy utóbb meg kell valósulnia. Minél hamarabb annál jobb. Az ország gazdasági helyzete fő szerepet játszik az újrahasznosítás területén, szükséges hatékony törvényhozatal és kormány támogatás.
- Egy gazdaságos gyűjtő rendszer és újrahasznosítási folyamat tervezése és felépítése.

6. IRODALOMJEGYZÉK

- [1] CSORBA, B. A minimál-kenés hatásának vizsgálata ausztenites korrózióálló acél esztergálásakor, Kecskemét, 2002.
- [2] Fratila, D., Lierath, F., Gyenge Cs., Emmer, T., Research concerning the cooling effect by ecological cutting of the cylindrical gears with small modul, Annals of MTeM for 2001 & Proceedings of the 5th International MTeM Symposium, 4th- 6th October 2001, p.203. ISBN 973-85354-1-7.
- [3] Freiler, C. (1998). Ökologische und Ökonomische Aspekte beim Einsatz von Esterölen. In: Bartz, W.J. (Hrsg).: "11 International Colloquim Industrial and Automotive Lubrication ", 13.-15. Januar 1998, Ostfildern: Technische Akademie Esslingen, Band II, pp.1137-1152.
- [4] GYENGE, Cs., VARGA, A.: The competitive and environment friendly technologies development in Romania. Proceedings of MteM 2001. Cluj-Napoca , 4-6 October 2001.

- [5] KUNDRÁK, J., Környezetbarát precíziós forgácsolás, Miskolc.
- [6] Popke, H., Emmer, Th. (1996). Umweltschonende Zerspanntechnik; Trockenbearbeitung und Minimal schmiertechnik Werkzeuge, pp. 52-55.
- [7] Roş, O.; Gyenge, Cs.; Petho, L.; Frăţilă, D. (1999). Analysis of the ecological impact of the products in the disassembly phase, using the DFE program, Proceedings of the 2nd International Conference on Industrial Tools, Vol.2, pp.474-477, ISBN 961-90401-4-7, Slovenia, April 1999, Maribor.
- [8] SOMFAI, K., ZMEJKÁL, A.: A fém megmunkálás kenőanyagainak használata a minimál-kenéshez, a jelentkező sajátosságok. Gépgyártástechnológia 03/2000.
- [9] Rainer Lucas. End-of-life vehicle regulation in Germany and Europe – problems and perspectives. Wuppertal Institut für Klima. Wuppertal papers. No. 113. März 2001, ISSN 0949-5266.
- [10] VARGA A., GYENGE Cs., Elhasznált gépkocsi roncsok szakszerű sorozat szétszerelése és újrahasznosítása, Fiatal Mérnökök Tudományos ülésszaka Kolozsvár 2001.
- [11] VARGA A., GYENGE Cs., Forschung der Recycling – Möglichkeiten von Altfahrzeugen, Disszertáció munka, Kolozsvári Mérnöki Egyetem, 2001 június.
- [12] Weinert, K., (1999). Trockenbearbeitung und Minimalmengen Kühlschmierung, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 230 S ISBN 3.540-64793-7.

Prof.Dr.Dr.h.c. Gyenge Csaba egy. tanár, **Varga András**, doktorandus

Kolozsvári Mérnöki Egyetem. Gépgyártás technológia tanszék

Cím: B-dul Muncii 103-105 sz.; 400641 Kolozsvár

Telefon / Fax: +40 264 415001

E-mail: gyenge_cs@yahoo.com, andrei_varga@yahoo.com