

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Možnosti recyklace plastového odpadu z autovraků

Bc. Martin Řehoř

Diplomová práce

2008

Univerzita Pardubice
Dopravní fakulta Jana Pernera

Studijní program: Dopravní inženýrství a spoje
Akademický rok: 2008/2009

PODKLAD PRO ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

PŘEDKLÁDÁ:	ADRESA:	OSOBNÍ ČÍSLO:
ŘEHOŘ Martin, Bc.	Skuteč 114; Skuteč	D06917

NÁZEV TÉMATU ČESKY:

Možnosti recyklace plastového odpadu z autovraků

NÁZEV TÉMATU ANGLICKY:

Possibilities of recycling plastic waste from car-wrecks

VEDOUCÍ PRÁCE:

Ing. Roman Graja

ZÁSADY PRO VYPRACOVÁNÍ:

1. Úvod
2. Analýza současného stavu v problematice recyklace plastového odpadu z autovraků
3. Cíle a metody práce
4. Návrh třídění plastového odpadu v demontážním středisku v souvislosti s jeho dalším zpracováním
6. Nové návrhy řešení zpracování plastového odpadu z autovraků
5. Závěr

SEZNAM DOPORUČENÉ LITERATURY:

BOŽEK, F.- URBAN, R.– ZEMÁNEK, Z.: Recyklace. 1. vyd. Vyškov: Moravia Tisk
LAPČÍK, V.: Recyklace vyřazených automobilů, VŠB - TU Ostrava
TUŠIL P., KOŘÍNEK R.: LCA technologií recyklace pneumatik VÚV T.G.M Praha
DUCHÁČEK, V.: Recyklace plastů a pryží, ÚP - VŠCHT Praha
BOUCHAL, T.- ZÁVADA, J.: Nakládání s autovraky, VŠB – TU, Ostrava
Odpady, ECONOMIA a.s

PODPIS STUDENTA: _____ **DATUM:** _____

PODPIS VEDOUCÍHO PRÁCE: _____ **DATUM:** _____

SOUHRN

Tato diplomová práce má přinést ucelený pohled na otázku problematiky recyklace autoplastů se zaměřením na jejich třídění a zpracování. Práce obsahuje nejrůznější metody recyklace plastů a je zde i popsána jedna z nejmodernějších metod recyklace plastů. Současně je rozebrána i otázka financování demontážního a recyklačního závodu a též jeho rentabilita se zohledněním na pohled do budoucna v problematice recyklace autoplastů.

KLÍČOVÁ SLOVA

recyklace plastů; separace plastů; plastový odpad; autovraky

TITLE

Possibilities of recycling plastic waste from car-wrecks

ABSTRACT

This thesis work should bring comprehensive look at the question of recycling auto-plastic with a view to their sorting and processing. Work includes all sorts of methods recycling plastics and there is also circumscribed one of the most modern methods of plastics liquidation. At the same time I used to work with question of financing breaker and also its profitability taken into account at sight to the future in problems recycling auto-plastic.

KEYWORDS

recycling of plastic waste; separation waste; plastic waste; car-wrecks

OBSAH

1. ÚVOD	6
2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V PROBLEMATICE RECYKLACE PLASTOVÉHO ODPADU Z AUTOVRAKŮ	8
2.1. <u>Legislativa</u>	10
2.2. <u>Podstata a rozdělení plastických hmot</u>	10
2.3. <u>Současný stav recyklace autoplastů</u>	11
2.3.1. <u>Problematika zpracování (recyklace) plastů</u>	13
2.3.2. <u>Formy recyklace plastového odpadu</u>	14
2.4. <u>Současné trendy v třídění autoplastů</u>	15
2.4.1. <u>Autoplasty</u>	17
2.4.2. <u>Metody separace plastů</u>	20
2.4.2.1. <u>Ruční separace</u>	20
2.4.2.2. <u>Spektroskopické metody</u>	20
2.4.2.3. <u>Gravitačně separační technologie</u>	20
2.4.2.4. <u>Elektrostatická separace</u>	21
2.4.2.5. <u>Flotace</u>	21
2.5. <u>Technologie recyklace plastů</u>	21
2.5.1. <u>Problematika využití (recyklace) odpadní pryže</u>	22
2.5.2. <u>Kontinuální recyklace pneumatik</u>	24
2.5.3. <u>Recyklace odpadních pneumatik ozonem</u>	25
2.5.4. <u>Regenerace pryže</u>	26
2.5.5. <u>Oxidační degradace</u>	26
2.5.6. <u>Pyrolýzní jednotka</u>	27
2.5.7. <u>Metoda Microwave technologies</u>	28
2.5.8. <u>Hodnocení problémů při recyklaci plastů</u>	29
3. CÍLE A METODY PRÁCE	31
4. NÁVRH TŘÍDĚNÍ PLASTOVÉHO ODPADU V DEMONTÁŽNÍM STŘEDISKU V SOUVISLOSTI S JEHO DALŠÍM ZPRACOVÁNÍ	32
4.1. <u>Návrh základních pravidel pro demontáž autovraku a třídění jednotlivých dílů</u>	33
4.1.1. <u>Návrh základního postupu při demontáži autovraku na demontážní lince</u>	

<u>4.2. Návrh třídění autoplastů v demontážním středisku</u>	38
<u>4.2.1. Posuzované návrhy systémů třídění autoplastů</u>	39
<u>4.2.2. Návrh třídění demontovaných plastových dílů z autovraků</u>	40
<u>4.3. Kritéria návrhu demontážní a třídící linky</u>	42
<u>4.3.1. Návrh jednotlivých pracovišť demontážní linky</u>	42
<u>4.3.2. Funkční popis navrhované demontážní a třídící linky</u>	46
<u>4.3.3. Navrhovaný postup při demontáži vozidla</u>	46
<u>4.3.4. Navrhovaný systém třídění autoplastů při demontáži vozidla</u>	48
<u>4.4. Návrh třídění autoplastů pomocí identifikačních kódů</u>	51
<u>4.4.1. Návrh třídící linky pomocí čárových kódů</u>	52
<u>5. NOVÉ NÁVRHY ŘEŠENÍ ZPRACOVÁNÍ PLASTOVÉHO ODPADU Z AUTOVRAKŮ</u>	55
<u>5.1. Postup návrhu nového řešení zpracování plastového odpadu</u>	55
<u>5.2. Hlavní kritéria pro určení nejvýhodnější technologie zpracování autoplastů</u>	55
<u>5.3. Posuzované typy recyklací plastů</u>	56
<u>5.4. Stanovení výhod a nevýhod daných technologií v závislosti na jednotlivých kritériích.</u>	56
<u>5.4.1. Kontinuální recyklace pneumatik</u>	57
<u>5.4.2. Recyklace odpadních pneumatik ozonem</u>	58
<u>5.4.3. Regenerace pryže</u>	59
<u>5.4.4. Oxidační degradace</u>	59
<u>5.4.5. Pyrolýzní jednotka</u>	60
<u>5.4.6. Metoda Microwave technologies</u>	61
<u>5.5. Výsledné navrhované pořadí recyklačních technologií</u>	61
<u>5.6. Výkonová rozvaha pro navrhované technologie</u>	62
<u>5.7. Návrh nového recyklačního zařízení</u>	64
<u>5.8. Návrh instalace pyrolýzní recyklační linky</u>	65
<u>5.8.1. Návrh instalace stacionární pyrolýzní recyklační linky</u>	65
<u>5.8.2. Návrh instalace pohyblivé pyrolýzní recyklační linky</u>	67
<u>5.9. Návrh řešení zpracování plastového odpadu pomocí metody Microwave technologies</u>	69
<u>5.9.1. Návrh instalace pohyblivé recyklace pomocí metody Microwave technologies</u>	71
<u>5.10. Celkové posouzení návrhů</u>	72
<u>6. ZÁVĚR</u>	74
<u>Seznam obrázků</u>	76
<u>Seznam tabulek</u>	76
<u>Seznam použité literatury</u>	77
<u>Příloha č. 1 Podmínky maximální recyklovatelnosti automobilů</u>	79
<u>Příloha č. 2 Legislativa pro oblast odpadů</u>	80
<u>Příloha č. 3 Historie a rozdělení makromolekulárních látek</u>	89
<u>Příloha č. 4 Samotná technologie recyklace</u>	104
<u>Příloha č. 5 Podrobný popis recyklačních možností</u>	106

1. ÚVOD

Vývoj lidstva byl vždy spojen s vývoji materiálů. Tak jak se postupně časem vyvíjelo lidstvo, stejně tak se vyvíjely i používané materiály. Avšak požadavky na materiály stále rostou a proto dochází k výzkumu a vývoji nových, případně vylepšených materiálů. A jsou to především plasty, které mění zásadním způsobem vývoj lidstva a společnosti. Stejně tak jako v minulém období kámen nebo bronz, ve třetím tisíciletí to budou plasty.

V poslední době se k různým technickým účelům, zejména pro rozvod médií, výrobu svařovaných konstrukcí a při výrobě automobilů, stále více používají plastické hmoty. V současnosti stojíme na počátku éry plastů. Ačkoli již dnes hrají plasty v mnoha odvětvích rozhodující roli, je stále rozvoj v této oblasti teprve v počátcích.

Nyní se již ve většině případů použití na plasty nepohlíží jako na náhradu klasických materiálů, ale jako na hmoty s výbornými konstrukčními, estetickými a ekonomickými vlastnostmi. Současná věda a technika se bez plastických hmot a možností jejich recyklace již nemůže v budoucnu obejít. Plasty umožňují hledat snadné cesty pro technicky inteligentní, hospodářsky prospěšné a ekologicky snesitelná řešení.

Permanentně vzrůstající počet obyvatel planety Země a akcelerace hospodářského růstu, včetně automobilového průmyslu s cílem zabezpečit vyšší životní úroveň lidské populace představují základní příčiny rychlého vyčerpávání přírodních zdrojů a rostoucího zatížení životního prostředí odpady. Rostoucí znečištění pak vede k závažným globálním změnám. Vedle prevence vzniku odpadu,

kteřá představuje zásadní řešení problému, neboť nejlépe zvládnutý odpad je odpad nevyprodukovaný, lze parciální východisko spatřovat také v aplikaci recyklace.

Ještě nedávno vyráběné a stále provozované automobily všech značek mají ve svých útrobách nemalý podíl materiálů a látek, které, aniž bychom si to uvědomovali, jsou zdraví škodlivé. Do kategorie ohrožující zdraví lze zařadit i mnohé dřívější výrobní postupy, při nichž se používaly pro zdraví nebezpečné nebo i jedovaté látky - např. rozpouštědla v lakovnách či jedovaté kadmium. Podobně tomu bylo s podílem azbestu v obložení brzd a spojek či v tepelně zvlášť namáhaných těsněních, která se dříve bez azbestu neobešla. Kadmium ani azbest se, již delší čas na vozech významných světových firem, ani při jejich výrobě, nepoužívají. Recyklace se v posledních několika letech dostala mezi nejfrekventovanější výrazy v tisku i elektronických mediích.

Recyklace, čili opětovné využití je zcela obecně vzato postup, kterým se dospěje k využití energie a materiálové podstaty výrobku po ukončení jeho životnosti. Z toho vyplývá, nejvyšší ekonomický efekt přináší recyklace výrobků obsahujících materiály s velkým rozdílem mezi energetickými nároky na jejich výrobu a energetickou náročností jejich opětovného přepracování. Vzhledem k tomu, že základem ekonomického efektu recyklace je využití energetické potenciálu recyklovaného materiálu, má recyklace také nemalý ekologický význam. Dostatečně vysoký rozdíl mezi energetickou spotřebou výroby panenského polymeru a přepracováním použitého materiálu stejně jako ropná (tj. z hlediska přírodních zdrojů neobnovitelná a tedy perspektivně stále dražší) materiálová báze plastů jsou nutným předpokladem pro efektivní zhodnocení plastového odpadu. Tyto příznivé okolnosti jsou však komplikovány skutečností, že většina objemu odpadní suroviny pochází z druhově netříděného komunálního sběru a sestává z poměrně vysokého počtu vzájemně nesmíselných druhů polymerů.

Z výsledků různých šetření vyplývá, že přibližně 60% všech vyrobených plastů přejde ve formě výrobků po ukončení své životnosti do komunálního odpadu. Podíl plastů v komunálním odpadu i celkový objem plastového odpadu se neustále zvyšuje a v posledních letech představuje pro životní prostředí značnou zátěž [19]. Vzhledem k tomu, že prakticky všechny termoplasty jsou dále zpracovatelné, usilují světoví výrobci automobilů o nalezení optimálních, ekonomicky přijatelných cest jejich

recyklace. Z dnes vyráběných automobilů je už možné znovu zpracovávat většinu plastových a nekovových dílů používaných v těchto vozech.

K získání optimálního přehledu o možnostech recyklace autoplastů jsem si jako téma mé diplomové práce zvolil zpracování přehledu o možnostech recyklace plastového odpadu z autovraků.

2. ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU V PROBLEMATICE RECYKLACE PLASTOVÉHO ODPADU Z AUTOVRAKŮ

V současné době je v provozu na celém světě asi 750 mil. automobilů, převážná část jezdících v průmyslově rozvinutých zemích světa která činí pouhou jednu třetinu všech lidí na světě. Brzy přijde doba kdy i rozvojové země zaplaví miliony automobilů a je na v současné době nejrozvinutějších zemích, aby přijaly účinná opatření ve prospěch recyklovatelnosti všech automobilových dílů.

Momentálně ročně přibývá v průmyslových státech kolem 5-7 % aut a asi 3 % se vyřazují. Proto se zdá, že stav výroby v EU je setrvalý a roční výroba 14 až 16 mil. aut ročně bude pokračovat dále. Automobilový průmysl představuje obrovské toky materiálu, energie a financí.

Výrobci automobilů jsou nesmírně silným průmyslovým odvětvím - ve vyspělých zemích je tak či onak spojena s výrobou automobilů celá třetina HDP. Na získání surovin a přímo na výrobu jednoho auta je třeba kolem 150 GJ energie. Přibližně 800 GJ se spotřebuje na jeho další provoz. Hmotnostně je na výrobu jednoho auta v průměru třeba kolem 1500 kg kvalitních materiálů a po dobu jeho provozu vzniká asi 500 kg odpadu. Globálně se celosvětově na výrobu automobilů spotřebuje ročně asi 100 mil. tun materiálů. Očekává se, že tato hodnota v nejbližších letech ještě stoupne a potom začne spotřeba klesat asi na 78 mil. tun okolo roku 2020, ale bude se již vyrábět zhruba dvakrát více aut. Tyto údaje jasně ukazují, proč se výrobci automobilů nyní velmi zabývají recyklací.

Tlak na recyklaci, to není jen pud sebezáchovy výrobců, ale především tlak veřejnosti na tvorbu životního prostředí. Je to také přirozená vlastnost šetrnosti, protože každému musí být líto takového plýtvání, když už jsme vyrobili kvalitní

materiál z původních surovin. Navíc nepotřebujeme recyklovat jen auto, které už je vyřazené z provozu. Jsou zde také náhradní díly: svíčky, pneumatiky, kapaliny, kabely, sedadla, doplňky baterie nebo stěrače. Při počtu aut, které jsou v provozu, není množství potřebných náhradních skel a nárazníků zanedbatelné.

Nyní mají auta hmotnost kolem 1200 kg. Do roku 2015 by běžné nové auto v Evropské unii mělo mít 500-700 kg, spotřebu kolem 3, 7litrů na 100 km a mělo by být recyklovatelné nejméně na 95 %.

Zatímco se dříve řešila otázka recyklovatelnosti jen z hlediska jednotlivých dílů ex-post, nyní už se k ní přistupuje systematicky při konstrukci. Každý návrh auta má už dnes zabudovanou ekonomiku recyklace. Konstruktor musí najít takové řešení, aby nekombinoval materiály, které nejsou společně recyklovatelné, kabely řeší s ohledem na budoucí recyklaci, volí mezi vhodnými materiály. Nejvýhodnější z tohoto hlediska jsou ocel, guma a sklo, horší jsou termosety (viz příloha č. 1).

Trend do budoucna naznačuje, že by měl výrobce dostat licenci na výrobu automobilů od státu (včetně určitého cenového zvýhodnění) jen tehdy, když jeho výrobek bude plně recyklovatelný [14].

Podle statistik se v současné době v České republice ekologicky recykluje jen 10-15% odhlašovaných automobilů, což je v porovnání s úrovní recyklace ve státech EU velmi neuspokojivé číslo. Zbýlých 85-90% z evidence vyřazených vozidel končí zejména na vrakovištích, která si s vrakem poradí sice velmi efektivně co se týká ekonomického hlediska (tj. vytěžení kovových částí a volně prodejných komponentů), z hlediska ekologického však ve většině případů jdou na vrub životnímu prostředí.

Česká republika je v poněkud jiné pozici než v jaké byly a jsou západoevropské státy. V těchto vyspělých státech docházelo k tvorbě legislativy ruku v ruce s vývojem a podporou recyklačních postupů a technologií. Dokonce se dá říci, že vzhledem k průměrnému stáří vozidel, které pramení z kupní síly místních obyvatel, se problém likvidace vozidel s ukončenou životností přesouvá spíše do střední a východní Evropy. Takže zatímco ve vyspělé části Evropy existují stanovené postupy a technologie recyklace na velmi vysoké úrovni, tak u nás v této chvíli můžeme pouze konstatovat, že máme srovnatelnou legislativu a průměrné stáří vozového parku na téměř nejvyšší úrovni.

Dříve nebo později každý automobil doslouží. V té chvíli se z něj stává podle definice zákona odpad a je nutné s ním podle toho nakládat. To znamená pokusit se přednostně o jeho využití tzn. v maximální míře recyklovat. V zahraničí jsou systémy nakládání s autovraky již tak propracované, že se běžně dosahuje velmi vysoké úrovně recyklace, do roku 2015 se počítá dokonce s 95 % recyklační kvótou.

Vozový park v České republice v posledních deseti letech doznal významných změn. Nejde však o průměrné stáří automobilů, ale především o výrazný nárůst jejich počtu. Záleží zejména na každém občanovi, jak bude přistupovat k problematice řešení tohoto druhu odpadu. Jedna z možností motivace občanů je zpětný odběr starého vozidla na protiúčet při nákupu vozidla nového. Účinnost takového způsobu se ostatně již jednou osvědčila při akci „Věrnost 99“, kterou organizovala a dotovala Škoda Auto a.s [26].

2.1 Legislativa

Legislativa byla částečně převzata z dané legislativy Evropské unie a dále upravena pro místní podmínky. Základním dokumentem, který stanovuje definici autovraků a s tím související pojmy, je zákon č. 185/2001 Sb., o odpadech a o změně některých dalších zákonů (dále zákon o odpadech), připravený Ministerstvem životního prostředí ČR. Tento zákon byl novelizován z důvodů nově stanoveného systému nakládání s autovraky, a to zákonem č. 188/2004 Sb., s účinností od 1. května 2004. Poslední novelizace tohoto zákona byla provedena zákonem č. 7/2005 Sb., s účinností od 6.1.2005. Zákon určuje základní povinnosti při nakládání s autovraky pro jejich původce a pro obce, které často přebírají odpovědnost za nakládání s autovrakem. Další povinnosti jsou vztaženy na akreditované i individuální dovozce vybraných vozidel, a to z pohledu zajištění systému ke sběru, výkupu, zpracování, využívání a odstraňování autovraků, ale i k povinnosti odvádět poplatky k podpoře systému týkajícího se nakládání s autovraky.

Další pasáž zákona je věnována provozovatelům zařízení ke sběru a zpracování autovraků, kteří se řídí základními povinnostmi ze zákona, jakými jsou zejména vlastnit souhlas k provozu zařízení s platným provozním řádem od

legislativy vedou k tomu, že v současnosti jsou autovraky demontovány a recyklovány pouze dvěma způsoby:

- Demontáží prováděnou zcela manuálním způsobem s použitím klasického auto opravárenského nářadí a zařízení, z čehož plyne velmi malá výkonnost, vysoká pracnost, velmi dlouhá demontáž, ale velmi nízké náklady. Separace plastů při tomto způsobu je ještě více diskutabilní a takto získané netříděné plasty jsou, buď skládkovány, nebo dodávány k energetické recyklaci.
- Demontáží prováděnou pomocí drtiče celého vozidla kdy vrak směřuje po odsátí provozních kapalin do drtiče a separátoru. Separuje se na magnetické a nemagnetické složky, plasty a sklo. Železo jde do hutí, směs barevných kovů se třídí částečně ručně (větší kusy), zbytek se vozí do zahraničí, kde se dotřídí na flotační lince. Pro automobilové sklo není využití, proto končí na skládce. Otázka je, co dál s plasty. »V autech je jich stále více. Bude obtížné se dostat na 95 procent výtěžnosti, které požaduje EU. Další otázkou je perspektiva drtičů samotných, v závislosti na nové povinnosti výrobců autoplastů opatřovat od roku 2003 takovéto plasty jeho druhovým označením.

Plasty lze do jisté míry třídít ručně, ale je to velmi nákladné a neefektivní.

V různých typech aut jsou použity různé plasty, což ztěžuje případné další využití. Flotační speciální linka, která separuje jednotlivé druhy na dotřídování plastů je velice nákladná. Celosvětově se počal systém recyklace autovraků, potažmo plastů a jiných nebezpečných odpadů důsledně řešit počátkem 90. let. a to z ekonomických, ekologických a surovinových důvodů.

V budoucnu by takováto pracoviště měla být vybavena výkonnými demontážními linkami se speciálním demontážním zařízením a nářadím s implementovanou separační linkou plastů.

Recyklaci autoplastů bych rozdělil na dvě části a to na pneumatiky a zbylé plasty vyprodukované během celého životního cyklu automobilu. Recyklace pneumatik je na tom oproti recyklaci ostatních autoplastů zcela opačně, neboť doby kdy si lidé měnily pneumatiky doma samy jsou nenávratně pryč a systém svozu vyřazených pneumatik dodává skoro 40% pneumatik zpět k recyklaci. Také z tohoto důvodu je tento obor již na velmi dobré úrovni a přináší stále nová progresivní řešení

recyklace. I když je stále velká část takto získaných pneumatik spalována pro energetické účely, objevují se nová řešení jak tento trend změnit a zvýšit podíl návratnosti materiálů získaných z recyklovaných pneumatik.

2.3.1. Problematika zpracování (recyklace) plastů

Zpracování plastového odpadu je v současnosti většinou jen záležitostí výrobních nebo zpracovatelských závodů. Jde v zásadě jen o to, aby takový to odpad nebyl směsí různých polymerních hmot a nebyl zbytečně znečištěn, poněvadž třídění je potom velmi pracné a významně komplikuje a zdražuje celý proces. Proto je nutné, aby se třídil již během výroby (odpovídajícím značením) a následně při demontáži.

Další fází zpracování plastového odpadu je jeho drcení, homogenizace na co největší dávky, popř. třídění podle velikosti částic. Aby proces byl ekonomický, je účelné sestavit produktivní zpracovatelskou linku.

Zpracování plastového odpadu je komplikovanější tím, že bývá různě znečištěn a záleží proto velmi na organizaci sběru a třídění materiálu. Je nutno uvážit se zřetelem na kvalitu a provedení hotového výrobku a na zhoršení technologických podmínek, zda se vyplatí drahá mechanizace ve specializovaném podniku, zabývajícím se jak zpracováním odpadu na druhotnou surovinu, tak jeho dalším zhodnocením na nový výrobek, či nikoliv.

Pro řešení problematiky odpadního polyvinylchloridu byla zřízena Evropská rada výrobců vinylových materiálů (ECVM). Odpadů z polyvinylchloridových koženek se využívá jako modifikátoru polyvinylchloridových směsí určených ke zpracování válcováním, vytlačováním, vstřikováním a lisováním zvyšuje rozměrovou stálost výrobků a jejich odolnost vůči oděru. Podobně se zpracovává polyuriethanový odpad jako přísada do směsí z termoplastických polyurethanů. Smíšené odpady polyvinylchloridu a polyolefinů se zpracovávají na palety a dílce pro podlahy průmyslových podniků.

Bylo vyvinuto zařízení, na kterém je možno zpracovávat odpad veškerých typů termoplastů o přibližně stejném tavném indexu. Toto zařízení, prodávané pod

označením Remarker, umožňuje zpracovávat i termoplastický odpad s obsahem až 30 % přísad (vláknitého výztužného materiálu, minerálních plniv apod.). Zpracovává se dvoufázově, napřed přímým lisováním při 250 °C na fólie a desky, ze kterých se pak tvarují příslušné výrobky.

To proto, že donedávna měli zpracovatelé polymerního odpadu na zřeteli především ekonomické hledisko. V posledních letech se do popředí dostávají mimo ekonomických i hlediska ekologická, takže postupně ubývá na významu hlavní překážce širšího zavádění zpracování odpadu - vyšším nákladům.

Přes tyto kladné vývojové změny je však s ohledem na ochranu životního prostředí bezpodmínečně nutno oblast recyklace polymerních odpadů neustále rozvíjet, neboť i současný stav řešení této velmi závažné problematiky není zatím, ani v hospodářsky vysoce vyvinutých zemích, dostatečně uspokojující.

Lze předpokládat, že vývoj v hospodaření s plastovými a pryžovými odpady povede ve výhledu do dalšího desetiletí od současných 60% skládkování, 30% spalování a 10% přímé chemické recyklace k poklesu skládkování na 20% a vzrůstu podílu recyklace a spalování na přibližně 40% v obou případech [12].

Úspěch zhodnocení plastového odpadu závisí na třech faktorech:

- sběr plastového odpadu
- jeho separace
- následná vhodná forma recyklace

2.3.2. Formy recyklace plastového odpadu

Pojem recyklace odpadu pochází z anglického slova recycling, což znamená vrácení zpět do výrobního procesu. Hlavní význam recyklace je spatřován v opětovném využívání výrobních zpracovatelských a spotřebních odpadů, látek a energií jako zdrojů druhotných surovin v původní nebo pozměněné formě. V technické praxi bývá recyklace realizována ponejvíce formou:

- a) materiálového recyklu, kdy nedochází ke změně chemické struktury odpadu,

- b) surovinového recyklu, který spočívá v užití odpadu jako chemické suroviny aplikací postupů, měnících chemickou strukturu zpracovávaného odpadu,
- c) energetického recyklu, tj. využití energetického potenciálu odpadu,
- d) biologického recyklu, kde je transformace na využitelný produkt realizována pomocí nejrůznější mikroflóry resp. enzymů.

Recyklace je jednou z cest vedoucích k řešení surovinového problému, k úspoře materiálů a energií a zároveň k ochraně životního prostředí. Dochází tak k postupnému sblížení zájmů „tří E“, totiž ekonomie, energetiky a environmentalistiky.

Předpoklady pro efektivní recyklaci autoplastů je recyklace automobilů jako celku. Staré automobily představují velice různorodý zdroj dále využitelného materiálu, který je možno při vhodném vytřídění a po dalším zpracování použít jako vstupní surovinu pro další výrobu (viz příloha č. 4).

Tento odpad se nejčastěji zpracovává tzv. recyklací technologického odpadu, která spočívá v jeho rozdrčení, po kterém může následovat případná regranulace. Jak drť, tak regranulát se obvykle použije zpět do výroby. Uvádí se, že přídavek takového recyklátu v množství 5-15% neovlivní zásadně vlastnosti finálního výrobku.

Recyklace použitých výrobků není tak jednoduchá. V samotném plastu došlo při jeho používání k mnoha změnám. Výrobek z plastu byl vystaven působení mnoha vnějších faktorů (teplo, světlo, mechanické ztížení), plast zestárl a změnily se jeho vlastnosti. Také mohlo dojít k jeho kontaminaci různými nečistotami.

U plastů z použitých výrobků existují v podstatě čtyři možnosti jejich recyklace:

- Materiálová recyklace
- Chemická recyklace
- Surovinová recyklace
- Energetická recyklace [19].

Podrobný popis jednotlivých možností recyklací je rozebrán v příloze č. 5.

2.4. Současné trendy v třídění autoplastů

Posledních asi deset let se při vývoji nových typů automobilů klade velký důraz na recyklovatelnost použitých plastových prvků. I proto si některé plasty s vynikajícími vlastnostmi, ale prakticky nerecyklovatelné neudržely svoje pozice.

Plasty, které se získají z vyřazených vozidel, lze využít jako druhotní surovinu, stavební materiál nebo zlikvidovat energetickou cestou. Využití jako druhotní surovina se děje pod vplyvem tepla a rozpouštědla, když se polymery plastů rozloží na petrochemické suroviny, které se opětovně využijí na výrobu plastových surovin.

V případě recyklace plastového odpadu z autovraků je třeba zhodnotit nejprve tyto aspekty:

- kvalita a kvantita potenciálního plastového odpadu tj. s jakým výrobkem, z jakých materiálů (plastů) a v jakém množství se pro recyklaci počítá,
- v jaké formě je možné odpad získat,
- jaké jsou možnosti využití a odbytu výrobku z recyklovaných položek.

Problémem je odstraňování plastů (při výrobě automobilů se jich používá cca 120 druhů), proto ty plastové dílce, které lze jednoduše demontovat, se separují, drtí a jako regenerulát využívají při výrobě plastových výrobků. Například palivová nádrž z plastu představuje pro recyklaci problém, protože kvůli složitým tvarům je náročné ji vymontovat ven z vozidla a také v době provozu do stěn nádrže difundují molekuly paliva, jejich odstranění není lehkou záležitostí.

Mnohokrát na jednu a tu samou aplikaci různí výrobci použijí různé materiály, jako např. automobilové nárazníky se vyrábějí z PP, PUR, PC/PBT ale i PBT PC, PET PPE/PA, přístrojové desky se vyrábějí z PC/ABS, PUR, TPE/PP, PP, PC, ABS, PVC, ale i z PA, PE, PPE/PS, nebo maska chladiče je vyráběná z ABS či PPE/PS atd. Tyto skutečnosti si vyžadují velké nároky na identifikaci druhů plastů.

V současnosti se uplatňuje označování dílů z plastu podle norem příslušnými značkami a kódy usnadňujícími jejich identifikaci a následné zpracování. Na každém plastickém dílci je vlisované označení, které je normované, což ulehčuje třídění

materiálů do materiálových skupin, shromažďování a následnou recyklaci příp. energetické využití materiálů z vyřazených automobilů.

Rozhodnutím komise ze 27. února 2003 se ustanovily normy kódování součástek a materiálů pro automobily dle směrnice Evropského parlamentu a Rady 2000/53/ES o vozidlech po dobách životnosti. Členské státy EU na základě tohoto rozhodnutí musí zabezpečit, že výrobci vozidel v shodě s výrobci materiálů budou používat nomenklaturu norem ISO, týkající se kódování součástek a materiálů, na označování a identifikaci součástek a materiálů automobilů, což pomáhá při recyklaci.

Na označování a identifikaci plastových součástí a materiálů automobilů s hmotností vyšší než 100 g se používá tato nomenklatura:

ISO 1043-1 Plastické látky - symboly a zkratky, část 1: Základní polymery a jejich osobité charakteristiky,

ISO 1043-2 Plastické látky - symboly a zkratky, část 2: Plnicí a zesilující materiály,

ISO 1469 Plastické látky - Druhová identifikace a značky plastických materiálů.

Na technologii demontáže autovraků závisí i forma, v jaké se plasty dostanou na recyklování. Při zpracovávání autovraků na šrédrech je možnost recyklace plastů velice složitá, podrcený zešrotovaný plastový díl se dá jen složitě od separovat. V případě autovraků vzniká velké riziko přítomnosti neplastových příměsí (zejména zbytky kovů, pryže, textilu apod.). Určité prvky s velkým podílem zalisovaných kovů je problematické rozdělit, např. tenké kabely a prvky z elektroinstalace. Výhodné je, když se plastové prvky demontují jako celek a jako kompaktní celek se dodávají na recyklaci, např. nárazníky, kryty světlometů, palubní desky, nádoby ostřikovačů, palivové nádrže apod. Samostatně je možné recyklovat asi jenom nárazníky (vyrábějí se zejména z PP, PUR, PC/ PBT, PBT PET PPE/PA apod.), i když určitým problémem jsou různé druhy nátěrů, kde jejich odstranění z nárazníku je už na hranici ekonomické efektivity.

Tady je velmi důležitá vazba mezi recyklačním závodem - výrobcem plastových dílů a automobilkou. Další možnou recyklací je recyklace směsi různých

typů odpadů, avšak využití těchto výrobků již přesahuje možnosti jejich uplatnění v automobilovém průmyslu (např. výroba protihlukových bariér) [21].

2.4.1. Autoplasty

Moderní trendy ve vývoji automobilů určují i vývoj nových materiálů zaváděných do různých komponentů automobilů. Hlavní použití nových materiálů, nebo existujících materiálů při nahrazení například kovů, vyžaduje mnoho zkoušek a testů. Základní faktory pro zavedení nových plastových materiálů v automobilových komponentech jsou:

- dodržování bezpečnostních předpisů
- spolehlivá funkce komponentu
- úspěšné absolvování různých zátěžových testů
- snižování hmotnosti automobilu
- zvyšování komfortu a dizainu automobilu
- recyklace a environmentaristika
- snižování ceny
- snižování spotřeby paliva

Nové trendy vývoje automobilů se orientují na využívání nových, odlehčených a nebo kompozitních materiálů, na speciální povrchové úpravy karoserií, na používání lehkých kovových konstrukcí, jako i na zvyšování podílu plastických hmot pro montáž vývojově moderních automobilů. S rostoucím počtem vyráběných vozidel (za posledních 50 let 6-násobně) narostla i celková spotřeba materiálů (za posledních 50 let 5-násobně). Od sedmdesátých let klesla průměrná hmotnost o 40%. Materiál dnes znamená 30% v kalkulaci při tvorbě ceny výrobku, proto je velká snaha výrobců o snižování jeho

Díl	Typ plastu	Hmotnost (Kg)
Pěna do sedadel	PUR	9,45
Palivová nádrž	PE	6,44

Nárazníky	PP	5,65
Výztuž čalounění	PUR	3,08
Obklad čalounění	PET	2,74
Podvozkový kryt	PVC	2,40
Tlumiče	PC+PBT,PU R	2,25
Palubní deska	PP	2,25
Doplňky	PP	2,25
Zadní zakládací kryt	PP	2,08
Palubní deska	ABS	1,65
Doplňky	ABS	1,63
Neidentifikovaný SMC/BMC	SMC/BMC	1,61
Textil	PET	1,32
Vrstvené složky odpružení	PUR	1,13
Nárazníky	SMC/BMC	1,13
Akumulátor	PP	1,10
Palubní deska	PVC	1,08
Ostatní části	Všechny mat.	50,04
CELKEM		100

Tabulka 2.1 Typy a hmotnost plastů v evropském automobilu střední třídy

spotřeby. Automobil v průměru obsahuje 10.000 součástek z 50 různých materiálů. Hlavní konstrukční prvky jsou vyrobené z oceli a litin. Podíl oceli na hmotnosti automobilu za posledních 20 let klesal a v současnosti se pohybuje v rozmezí 60-70% . V roce 1970 se při výrobě automobilu spotřebovalo asi 40Kg plastů, v roce 1983 už to bylo 60-90 Kg a v roce 1995 cca 130 Kg. Podíl plastů na hmotnosti automobilu dnes činí 8-15% (viz tab. č. 2.1, 2.2) [5].

Materiál (zkratka)	Název plastu	Typ	Obchodní název (příklad)	Příklad použití	Podíl v automobilu
ABS	Kopolymer akrylonitril- butadién-styrén	TP	Teluran	Kryty kol, vnitřní vybavení	10%
EP	Epoxidové živice	TS	CHS Epoxiester	Kompozity	3%
PA	Polyamidy	TS,E	Silon, Nylon, Rilsan, Duretan	Pouzdra, ovládací prvky	9%
PC	Polykarbonát	TS	Lexan, Makrolon	Kryty elektro, skla světel	5%
PE	Polyetylén	TP	Hostalen	Tepelné izolace	5%
PP	Polypropylén	TP	Hostalen PP	Nárazníky,	35%
PP/EDM	PP modifikovaný kaučukem	TP	Kelta	Nárazníky	
PU PU-RIM PU-PRIM PU-TPU	Polyuretany-reakčn ě vstřikované, zesílené, termoplastické	TS,E	Bazflex, Moltan, Elastoflex, Desmopan	Nárazníky, držadla, izolace, sedadla, přístrojové desky	20%
PVC	Polyvinylchlorid	TS,E	Novodur, Hostalit	Vnitřní koženky	11%
UP	Nenasycený polyester	TS	CHS polyester, Prepreg	Malosériové karosářské díly, opravy	2%

Tabulka č. 2 . 2 Přehled nejčastěji používaných autoplastů, jejich označení, užití a vlastnosti.

2.4.2. Metody separace plastů

Podmínkou úspěšné recyklace plastů je spolehlivý zdroj dostatečně čistých plastů a zde se otevírá prostor pro separační technologie, které umožňují ze směsy směsného plastového odpadu a plastového kompozitu odseparovat jednotlivé složky a znečištění. Pro separaci jednotlivých druhů je možné využívat různé principy.

Směsným plastovým odpadem (SOP) je nazýván plastový odpad více druhový, skládající se z jednotlivých druhů plastů smíšených v různých poměrech dohromady.

Plastovým kompozitem bývá označován materiál složený z dvou a více druhů plastů v různé podobě, nebo materiál složený z plastů a jiného materiálu v různé podobě. Pro odpadní produkt plastového kompozitu je běžně užíván obecný termín plastový odpad s další vhodnou specifikací.

2.4.2.1. Ruční separace

Zde se ručně oddělují plasty, sklo, kovy, textil a pod. Jelikož je velmi náročná na čas a personální obsazení, výkonnější se jeví automatická separace založená na rychlé identifikaci druhu a jeho směrování do příslušného zásobníku.

2.4.2.2. Spektroskopické metody

Jsou metody pracující s využitím záření s různou vlnovou délkou. Nejčastěji se používá záření blízké infračervené oblasti vydávané halogenovými zářiči. Lze pracovat jak s absorpčním tak odrazovým spektrem.

Pro separaci jednotlivých složek plastového odpadu se využívají i klasické separační operace, používané při úpravě nerostných surovin, na plastový odpad pokud to umožňují jeho specifické fyzikální a chemické vlastnosti.

2.4.2.3. Gravitačně separační technologie

Založené na rozdílu měrných hmotností (hustot) materiálu. Jejich omezení spočívá ve stejné nebo velmi blízké hodnotě měrné hmotnosti jednotlivých druhů plastů. Proto také pomocí gravitační separace a separace v hydrocyklónech není možné od sebe oddělit PET a PVC. Mezi separační média, které se nejčastěji využívají patří voda (při separaci polyolefinů od nepolyolefinů), směs vody a metanolu (pro separaci plastů, jejichž měrná hmotnost je nižší než měrná hmotnost

vody). Gravitační separace má hlavní široké využití při separaci polyolefinů od PS, PET, a PVC použitím vody jako separačního média.

2.4.2.4. Elektrostatická separace

Se hlavně využívá na separaci plastů od příměsí mědi a jiných barevných kovů, ale i na separaci plastů navzájem a to na rozdílech jejich elektrické vodivosti a permitivity.

2.4.2.5. Flotace

Je metoda založená na rozdílných fyzikálněchemických vlastnostech povrchu rozduřovaných materiálů, které jsou podmíněné rozdílnou specifickou povrchovou energií si své uplatnění nachází i při separaci polymerů, jejichž stejná hustota, (např. PRT a PVC) neumožňují využití gravitačních metod a také z důvodu zatím nízké ceny separované suroviny není efektivní použití jiné ekonomicky náročnější separační techniky.

Prakticky je tato metoda podmíněná schopností částic přichytit a ustálit se na povrchu fázového rozhraní kapalina – plynná fáze. Rozdílná schopnost částic udržet se na povrchu fázového rozhraní vyplývá z rozdílných hodnot jejich specifické povrchové energie, jejíž velikost závisí na chemickém složení a stavbě strukturní mřížky separovaných materiálů. Flotace je proto na rozdíl od jiných rozduřovacích způsobů universálním procesem, proto že neexistují principiální omezení ve vztahu k možnosti použití flotace na separaci jakýchkoliv materiálů [5].

2.5. Technologie recyklace plastů

Předpoklady pro efektivní recyklaci autoplastů je recyklace automobilů jako celku. Staré automobily představují velice různorodý zdroj dále využitelného materiálu, který je možno při vhodném vytrídění a po dalším zpracování použít jako vstupní surovinu pro další výrobu. Průměrné materiálové složení současných vozů střední třídy lze vyjádřit následovně: ocel - 262 kg (30,9 %), ocelový plech - 249 kg (29,3 %), litina - 70 kg (8,2 %), guma - 70 kg (8,2 %), termoplasty - 42 kg (5 %), elektrická instalace - 37,5 kg (4,4 %), sklo - 27,5 (3,2 %), neželezné kovy - 22 kg (2,6 %), lak - 12 kg (1,4 %), reaktoplasty - 9,5 kg (1,1 %), ostatní - 48,5 kg (5,7 %).

Již dnes je takto zpracováváno 70 - 75 % hmotnosti vozů. Aby bylo možno tento dále zpracovatelný podíl zvětšit a přitom zajistit ekonomickou stránku recyklace, musí být splněny některé předpoklady a dořešen následující postup zpracování starých vozů:

- Zohlednění požadavku na recyklaci již při konstrukci.
- Vypracování vhodných metod pro demontáž a třídění materiálu a jeho další zpracování nezatěžující okolní prostředí.
- Vytvoření sběrné sítě zajišťující převzetí vozidel od posledního majitele.
- Odstranění provozních kapalin, tj. vysušení vozů.
- Demontáž opravitelných dílů a materiálů vhodných pro recyklaci.
- Zpracování karosérií a zbytku vozu ve shredderech.
- Vybudování zpracovatelských závodů zajišťujících koloběh materiálu a jeho vrácení do výroby.
- Nabídnutí renovovaných dílů zákazníkům, popř. nasazení dílů z recyklátů na nových vozech.

Kvalita a kvantita plastového odpadu je dána hlavně schopností třídít plastový odpad. Zvláště markantní je tento problém u autoplastů kde jak jsem již výše uvedl, je v automobilech používáno velké množství druhů plastů cca 120 druhů v rozmanitých kombinacích bez patřičného označení. Z toho vyplývá, že separace plastů je velmi složitá a finančně nákladná.

2.5.1. Problematika využití (recyklace) odpadní pryže

V celosvětovém měřítku se každoročně ve světě vyrobí několik miliónů pneumatik. Po jejich vyřazení z provozu se k likvidaci, recyklaci či dalšímu možnému využití používají různé technologie s ohledem na další použití. Obtížnost využití opotřebovaných pneumatik spočívá hlavně v jejich heterogenitě. Tento problém z velké části řeší cesta termického zpracování tohoto odpadního produktu.

Použité pneumatiky představují nepohodlný civilizační odpad, který je velmi obtížně likvidovatelný. V současné době se cesty možného zpracování ubírají částečně k využití pryžové drtě do nových výrobků, dále využití při rekultivaci skládek, v zemědělství při svazování, v rybářství, stavbě závodních a motokrosových tratí, termické likvidace - spalování v cementárnách a konečně uložení na skládku. Již zmiňovaná heterogenita výrobků, kde každá pneumatika se skládá až z dvaceti částí a každá část až patnácti chemikálií, pak nabízí jako optimální cestu - termickou likvidaci. V procesu spalování však vzniká z 1 tuny pneu až 270 kg sazí a 450 kg toxických plynů. Tento problém je ošetřen pouze v případě spalování jako náhradního paliva v cementářských pecích.

Odpadní pryž, podobně jako odpad plastů, se dnes již stává světovým problémem. Ojetých pneumatik a starých pryžových výrobků je stále více než kolik odpadu lze zpracovat na regenerát kterého lze rozumně zpracovat jen asi 10%, počítáno na surový kaučuk. Kromě toho vznikají i problémy s novými výztužnými materiály, především na základě ocelového kordu.

Ročně se u nás vyřazuje přes 60 tisíc tun pneumatik. 70 % z tohoto množství se recykluje energeticky, jako přísada do vozovek, pro stavebnictví a jiné účely. Pro drť ze staré pryže byla proto navržena řada různých aplikací i mimo oblast gumárenského průmyslu (např. plnivo pro asfalt, materiál pro povrchové úpravy závodních drah na sportovištích apod.).

Dosud neekonomičtější cestou využití odpadní pryže, která není zpracována na regenerát, je její energetické zhodnocení ve formě paliva. Byly vyvinuty speciální pece, v nichž spalovací proces je veden nejen energeticky co nejvýhodněji, ale i dostatečně bezpečně z hlediska ekologického, tj. tak, aby nedocházelo k nežádoucímu zamořování okolí. Přesto spalování pryže není jediným řešením problému z hlediska dlouhodobé perspektivy. Odpadní pryž by se mohla v budoucnosti stát výhodně využívanou surovinou chemického průmyslu. Vyvinuté pyrolýzní procesy, jejichž výsledkem jsou regenerované saze a pyrolýzní oleje, jsou toho výmluvným dokladem.

V poslední době se začíná rozvíjet další oblast využití odpadní pryže. Spočívá v jejím rozemletí na velmi jemné částice, které lze využít jako plnivo a to buď

běžných kaučukových směsí, nebo směsí na základě kaučuků. První případ se již stává běžným, druhý je teprve v začátcích. U nás se termoplastických kaučuků plněných částicemi z odpadní pryže používá zatím v obuvnickém průmyslu k výrobě podešví. Takovéto využití odpadní pryže je vlastně příkladem bezodpadové technologie, tedy hospodářského směru, který je bezpochyby nejprogresivnějším z ekologického i ekonomického hlediska, nikoli však obecně realizovatelným.

2.5.2. Kontinuální recyklace pneumatik

Kontinuální technologie pomocí pásových lisů, podobných lisům, v nichž se vyrábí dřevotřískové desky. Základem technologie je pásový lis o délce 45 metrů, v němž probíhá zpracování kontinuálně od granulátu mezi dvěma ocelovými pásy až po hotový výrobek - pryžové pásy z recyklátu pro automobilový průmysl.

Pásové lisy konstrukce NRI používají 2 pásů vyžadujících obsluhu pouze tří pracovníků, jejichž výrobcem je švédská firma Sandvik Process Systems. Pásy o délce 44 m, šíře 2,5 m, tloušťky 2 mm a hmotnosti kusu 1730 kg jsou vyrobeny z korozi-vzdorné oceli značky Sandvik 1650SM (se 14% Cr, 7% Ni, 0,8% Mo, 0,7 % CU, 0,3 % Ti a max. 0,09 % C). Právě toto složení oceli zajišťuje odolnost pásu proti korozi, opotřebením s odolností proti únavě dané mj. vysokou pevností a pružností, při teplotě provozu 200 °C (pevnost v tahu RM 1360 MPa při mezi kluzu Re 1350 MPa).

Granulát z pneumatik s částečně separovanými vlákny o velikosti 2 - 6 mm se za teploty až 200 °C mísí s vulkanizačními a jinými přísadami, stříhá, hněte mezi dvěma vytápěnými nestejně rychle se otáčejícími válci tlakem 200 bar a vytlačuje lepidlovou hmotu mezi ocelové pásy přitlačované stejným tlakem. Mezi pásy probíhá kontinuálně rychlostí 7 m.min vytvrzovací reakce, hnětení a tváření hmoty na finální pryžový pás. Rychlost pohybu pásu odpovídá požadavku na reakční dobu a nezbytně nutnou expozici pryže na teplotě bez vlivu na výsledné, jakosti recyklátu.

Produkt NRI nazývaný Symar jako směs pryže a vláken obsahuje 95 % recyklátu. Pro výrobu nových pneumatik lze recyklátu použít jen v podílu do 10% směsi bez nebezpečí ohrožení výkonu a životnosti pneumatik. Symar se používá na automobilové podlahové materiály, koberce a těsnění interiérů automobilu, velkoplošné zástěrky užitkových automobilů, na podlahy vozidel pro přepravu koní a dobytka, různé strojírenské aplikace (uložení strojů) a na nárazníky v přístavech a

u staveb. Nová kontinuální technologie příznivě ovlivňuje ekonomiku recyklace, cenu recyklátu a likvidaci obtížného odpadu.

2.5.3. Recyklace odpadních pneumatik ozonem

Běžné technologie na zpracování odpadních pneumatik zahrnují drticí zařízení, za nímž následuje soustava separátorů. Tento systém pro rozklad pneumatik na jednotlivé druhy materiálů využívá působení ozonu. Je známo že pneumatiky ponechané pod širým nebem po čase podléhají rozkladu vlivem atmosférického ozonu. Na základě toho vznikla myšlenka linky s vysokou koncentrací ozonu, který by využívala pouze tohoto efektu.

Princip je v podstatě jednoduchý: pneumatika se pomatlu posunuje v ozonové atmosféře. Ozonový rozklad u ní vlivem vysokých koncentrací probíhá mnohem rychleji než za běžných podmínek. Na pneumatice dochází k destrukci gumy, která vypadává mimo linku ve formě kousků či drtě. Po několika desítkách minut vychází na druhém konci linky jen kovová kostra pneumatiky.

Drcení pneumatik pro recyklaci je poměrně nákladná a energeticky náročná. Pro tuto linku není třeba, aby se drtily. Zatímco mechanická technologie potřebuje příkon kolem 300 kW za hodinu příkonu, tato linka jen 40 kW. Pneumatiky se však musí před recyklací důsledně třídít na letní a zimní, protektory, podle šířky a průměru. Jde o to, aby doba zdržení v ozonové atmosféře byla u všech stejná. Kapacita linky je cca 300 kg pneu za hodinu, což odpovídá rychlosti vsázky zhruba jedna pneumatika za minutu.

Ozon pro linku se vyrábí ve vlastním ozonovém hospodářství z kapalného kyslíku. Proto že jeho směs s kyslíkem může být za určitých okolností výbušná, jsou nutná bezpečnostní opatření (např. čidla úniku ozonu v prostoru).

Drť odpadávající z pneumatik se dále třídí na sítích. Lze ji použít do výrobků z recyklované gumy, jako jsou dlaždice, bazénové rohože nebo protihlukové stěny. Značný podíl drti (až 40 %) je v zrnitosti 0-1 mm. Ten se dá využít jako sorbent na ropné havárie. Drť z mechanického drcení má jiné fyzikální vlastnosti, na rozdíl tato je pórovitější. Tomu se musí přizpůsobit technologie zpracování.

2.5.4. Regenerace pryže

Výroba regenerátu se skládá z těchto základních pochodů:

- úpravy staré pryže k regeneraci,
- vlastního regeneračního pochodu,
- konečné úpravy - zjemňování.

Základní surovinou pro výrobu regenerátu je stará měkká pryž všeho druhu, získávaná sběrem (pneumatiky, hadice, klínové řemeny, dopravní pásy, technická pryž). Pro úspěšný průběh regeneračních pochodů a správné využití materiálu z hlediska jeho hodnoty a vlastností konečného produktu, regenerátu, je třeba starou pryž třídit. Jinak se zpracovává odpad s textilem, jinak bez textilu apod. Většina regeneračních metod vyžaduje, aby odpadní pryž byla rozdrčena na malé částice (viz příloha č.5).

Rozeznáváme tři základní způsoby regenerace:

- parní,
- vařákový čili digesční,
- mechanický.

2.5.5. Oxidační degradace

Oxidační degradace polymerů při teplotě okolí, nebo při zvýšené teplotě (autooxidace), je řetězová reakce volných radikálů, při ní nejdříve vznikají peroxidické sloučeniny, jež se v další fázi štěpí na směs kyslíkatých produktů. Spalování je speciální případ oxidační degradace, při níž nejdříve vznikají těkavé organické produkty, které se v plynné fázi prudce oxidují.

Tento radikální způsob likvidace polymerních odpadů je snadno proveditelný a celkem běžný především proto, že všechny polymerní materiály jsou v podstatě snadno spalitelné (při teplotách okolo 900 °C). Je odůvodnitelný i ekonomicky, zvláště když se odpadového tepla využívá pro výrobu páry nebo elektrické energie. Hranici výhřevnosti (MJ/kg) polymerů, které se v odpadech nejčastěji vyskytují, názorně ilustruje tabulka č. 2.3.

Palivo	Výhřevnost [MJ/Kg]
Hnědé uhlí	8-12
Černé uhlí	28
Ojeté pneumatiky	31,4
Kaly ze zpracování ropy	9
PVC	16-25
PET	23
Pryž	21-31
Polyamid	30
PE	43
PP, PS	44

Tab. 2.3 Výhřevnost různých paliv.

2.5.6. Pyrolýzní jednotka

Technologie je založena na tepelném štěpení makromolekul při zachování vazeb mezi atomy uhlíku a vodíku. Proces probíhá za vyšší teploty v reaktoru při nedostatku kyslíku. Jednotlivé složky jsou oddělovány kondenzací a jinými fyzikálně-chemickými postupy. Kvalita a množství jednotlivých produktů závisí na použité technologii a pyrolýzních podmínkách. V některých případech se pyrolyticky zpracovává směs pneumatik a odpadních plastů. Vznikající pyrolýzní plyn je využíván jako zdroj tepelné energie a v případě realizace kogenerační jednotky i elektrické energie. Zařízení se stává nezávislým na dodávkách elektrické energie a může být realizováno na téměř libovolném místě. Dalšími produkty jsou cenné suroviny jako dehet, saze, lehký topný olej, těžký olej, oleje s obsahem alkanů, benzenu, toluenu, xylenu aj. metan a ocelový šrot.

Celé zařízení je ekologicky a energeticky uzavřený cyklus bez nebezpečných odpadů se ziskem vítaných a obchodovatelných komodit. Je určeno k likvidaci použitých pneumatik a plastů. Svoji přizpůsobitelnou zpracovatelskou kapacitou exhalacemi hluboko pod přípustnými ekologickými limity malými nároky na výrobní plochy a svým ekonomickým efektem je vhodným zařízením pro centrální skládky odpadů.

Z každého kg vsázky (z každého kg použitých pneumatik) se získá 60 až 62 % bio-oleje. Nedestilovatelných složek plynů se získá přibližně 8 až 10 %, karbonu, vč. kovů je, přibližně 2b až 30 %.

2.5.7. Metoda Microwave technologies

Americká firma Global Resources Corporation (GRC) vyvinula unikátní projekt, který posouvá zpracování plastů na novou úroveň - přetváří je zpět na ropu, z níž byly vyrobeny, plyn a několik zbytkových látek. Patentovaný proces umožňuje extrahování ropy a alternativních ropných produktů s velmi nízkými náklady z různých zdrojů včetně takových, jako jsou skládky, ropné písky, odpadní ropné toky a bitumenové uhlí s mnohem větší výtěžností než s využitím dosud známých technologií. Proces využívá specifické mikrovlnné záření k extrakci ropy a alternativních ropných produktů z druhotných materiálů a očekává se, že se dramaticky sníží ceny obnovy ropy a plynu z nekonvenčních hydrokarbonových zdrojů.

Technologie je založena na využití pečlivě vyladěných mikrovln. Zařízení nazvané Hawk-10 pracuje s 1 200 různými frekvencemi v mikrovlnném spektru, které působí na hydrokarbonové materiály. Menší verze zařízení připomínají průmyslovou mikrovlnnou pec se strojírenským vybavením, větší varianta obsahuje i míchač směsi.

Jakmile je materiál zachycen na odpovídající vlnové délce, část hydrokarbonů, z nichž jsou vyráběny plasty a guma obsažené v materiálu, jsou přetvořeny na ropu a výbušný plyn. Uvolňujeme tak hydrokarbonové molekuly. Cokoli zůstává na hydrokarbonovém základě, bez obsažené vody, se v mikrovlnce vypaří. Proces umožňuje zpracovat prakticky vše, co je založeno na hydrouhlíkové bázi. Např. z 9,1 kg pneumatik dokáže Hawk-10 vytvořit 4,5 litru dieselového paliva, 1,42 m³ plynu, 1 kg oceli a 3,4 kg uhlové černi.

Systém funguje s minimální spotřebou energie na vstupu zařízení na konverzi energie dokáže pracovat s objemy 5, 10 a 20 tun materiálu za hodinu. Vyrábí energii z gumy, plastů a dokáže z těchto složek vyprodukovat až 18krát více energie, než kolik je použito jako palivo pro provoz zařízení.

2.5.8. Hodnocení problémů při recyklaci plastů

Tak jako při každém hodnocení možností recyklace plastového odpadu, i v případě recyklace plastového odpadu z autovraků je třeba zhodnotit nejprve tyto aspekty:

- kvalita a kvantita potenciálního plastového odpadu tj. s jakým výrobkem, z jakých materiálů (plastů) a v jakém množství můžeme pro recyklaci počítat,
- v jaké formě je možné odpad získat,
- jaká je stabilita zdroje odpadu,
- jaké jsou možnosti využití a odbytu výrobku z recyklovaných položek,
- jaké jsou možnosti investičního zabezpečení vybudovaných recyklačních kapacit.

Už první bod je velmi důležitý pro další průběh recyklace. Jen v běžně dostupné literatuře o komerčně vyráběných automobilech se uvádí nejméně sto různých výrobních (hlavních) skupin a sortimentů, kde se všude používají plasty. Celkový počet jednotlivých subsortimentů je však daleko vyšší. Tyto skutečnosti si vyžadují velké nároky na identifikaci výrobků, na vstupní dokumentaci autovraků. Případná možnost amatérského zásahu do provedení auta jen situaci stěžuje. Hmotnostní objem bude záviset od kapacity recyklační linky na plasty z autovraků a na dodávkách materiálu. Samotná technologie recyklace (viz. Příloha č.:8)

Shrnutí způsobů recyklace

V zájmu logiky znovu použití již vyrobených plastů, ochraně primárních zdrojů potřebných pro výrobu plastů a ochrany životního prostředí je třeba doporučit v maximální možné míře materiálovou recyklaci všech demontovaných autoplastů. S přihlédnutím na současné technologické možnosti používané při recyklaci plastů a ekonomiku demontážních středisek je třeba doporučit i rozšíření pyrolýzního zpracování plastů.

Shrnuli možnosti recyklace plastového odpadu v podmínkách plastikářských firem, mohu doporučit v podstatě jen jedinou metodu, totiž materiálovou recyklaci. Vskutku, ve většině plastikářských provozů nalezneme drtiče technologického odpadu, které vrací drtě zpět do zpracovatelského pochodu. Je to pochopitelné, uvědomíme-li si vysokou cenu vstupního plastu, což vede firmy k maximální úspornosti a bezzbytkovému využití panenského plastu. Některé z firem tyto drtě prodávají, zejména tehdy, není-li možné z hygienických důvodů technologický odpad opětovně použít.

Neustále rostoucí ceny plastikářských surovin, ale i další okolnosti vedou v posledních letech ke vzniku a rozmachu používat pro méně náročné výrobky levnější plasty, především recykláty. Proto se mnoho firem začalo zabývat výkupem odpadních plastů a jejich materiálovou recyklací, tedy především výrobou drtí popřípadě i regranulátů. Na českém trhu je v současnosti mnoho firem, které se zabývají recyklací plastového odpadu z mnoha velmi rozličných zdrojů. Jsou to firmy, které se vzrůstající měrou podílejí na těchto způsobech recyklace. Náplní práce těchto firem je hlavně nabídka výroby a prodeje drtí a regranulátů z různých zdrojů příjmu odpadního materiálu [2].

3. CÍLE A METODY PRÁCE

Diplomová práce se věnuje možnostem třídění, recyklace a materiálovému využití směsných odpadních plastů z autovraků, cestou širšího využití nových technologií při jejich třídění a zpracování. Klade si za cíl navrhnout zkvalitnění třídění a zpracování odpadního plastu (plastového kompozitu), dokumentuje současný stav nakládání s plastovým odpadem získaným z autovraků a zkoumá jeho možnosti třídění a recyklace.

Hlavní cíle diplomové práce, jsou vytvoření návrhů nových řešení třídění a recyklace plastového odpadu z autovraků.

Mezi dílčí cíle můžeme zařadit:

- Posouzení recyklačních technologií,
- vytipování vhodného druhu recyklační technologie pro realizaci,
- stanovení základních pravidel při výběru ideální recyklační technologie,
- stanovení základních postupů při recyklaci autovraku,

Metody zpracování práce:

- analýza současného stavu,
- stanovení kritérií pro výběr ideálního řešení,
- porovnávání jednotlivých metod,
- návrh vlastního technického řešení
- studium odborné literatury a internetu

4. NÁVRH TŘÍDĚNÍ PLASTOVÉHO ODPADU V DEMONTÁŽNÍM STŘEDISKU V SOUVISLOSTI S JEHO DALŠÍM ZPRACOVÁNÍ

Na základě poznatků získaných studiem odborné literatury které jsem zpracoval v Analýze současného stavu v problematice recyklace plastového odpadu, jsem provedl návrh dvou systémů třídění plastového odpadu z autovraků. V obou návrzích vycházím z poznatku potřeby důsledného třídění demontovaných autoplastů v závislosti na jejich dalším recyklačním procesu. Zároveň však do všech návrhů vstupuje ekonomický faktor, který je v tomto oboru v současnosti hlavním ukazatelem a určuje trendy vývoje demontážních a třídících zařízení na recyklaci autovraků. Jestli že, nebude o některé byť druhově zcela čisté plasty na našem ani zahraničním trhu stálý dostatečný zájem s patřičným ekonomickým ziskem, pak se i v budoucnu nevyplatí nemalé investice do drahých separačních zařízení.

První návrh třídění autoplastů v demontážním středisku jsem koncipoval jako demontážní a třídící linku pro středně velkou firmu zabývající se recyklací autovraků s předpokládanou výkonností minimálně 5000 autovraků za rok za předem specifikovaných podmínek navrhovaného provozu se zabudovaným reálným systémem třídění plastů do přesně specifikovaných skupin v závislosti na dalším návrhu způsobu recyklace takto vy separovaných plastů.

Současně jsem do daného návrhu zapracoval návrhy:

- *základních pravidel pro demontáž autogramu a třídění jednotlivých dílů*
- *základního postupu při demontáži autovraku na demontážní lince.*

Druhý návrh třídění autoplastů pomocí snímacího zařízení jsem postavil na globální úroveň všech článků řetězce životního cyklu vozidla od prvovýrobců plastových součástí pro automobily až po recyklátory autovraků. Při návrhu jsem vycházel z analýzy hlavního technicky a finančně nejsložitějšího problému, tj.

problému samotného určování jednotlivých typů použitých plastů k výrobě jednotlivých dílů automobilů.

Hlavním prvkem mého návrhu je změna systému značení všech nově vyráběných autoplastů. Kritériem bylo maximální zjednodušení v současnosti velmi složitěho systému identifikování jednotlivých druhů plastů a nahrazení stávajícího nového, dle mého názoru ně zcela vyhovujícího systému jejich značení.

4.1. Návrh základních pravidel pro demontáž autovraku a třídění jednotlivých dílů

Při demontáži autovraku navrhuji demontovat pro další zpracování recyklačními plastikářskými nebo energetickými technologiemi jen ty prvky, které jsou jen z plastů, resp. kde je kromě plastů i lehkou oddělitelnou neplastická část. Více materiálové prvky a díly, kde se plastová část nedá lehkou oddělit (například vypínače, volant, prvky se zalisovaným kovem, kabelové rozvody, pojistkové skřínky, ovladače apod.) třeba z dalšího zpracování vyčlenit a předat k odborné likvidaci (např. na gravitačně-flotační linku. Z vybraných částí v dalším kroku třídění oddělit čisté a jednoznačně určené výrobky jen z PE, PP, PS, PUR popřípadě i z ABS a ty dále zpracovat například regranulací. Neidentifikovatelnou, ale použitelnou směs dále zpracovávat jako směsný odpad.

Technické podrobnosti pro nakládání s autovraky a postup při jejich demontáži určuje vyhláška MŽP č. 383/2001 Sb.

- 1) Při demontáži se nejprve z autovraku vypustí veškeré provozní náplně a vymontují baterie a nádrže na zkapalněný nebo stlačený plyn a jiné výbušné součásti, např. airbagy, a veškeré součásti obsahující olovo, rtuť, kadmium a šestimocný chrom.
- 2) Poté následuje demontáž využitelných částí nebo dílů tak, aby je bylo možno opětovně použít do funkčního celku bez nutnosti dalších úprav nebo oprav.
- 3) Pro recyklaci se především demontují katalyzátory, kovové součásti obsahující měď, hliník a hořčík, pneumatiky, velké plastové součásti a sklo. Tato demontáž není nutná v případě, že autovrak je po vyjmutí provozních náplní a nebezpečných

odpadů rozdrčen a materiály vhodné k recyklaci jsou v průběhu tohoto procesu účinně oddělovány.

4) Po demontáži se ostatní části autovraku roztřídí podle Katalogu odpadů a také podle následného způsobu nakládání. Zbylé odpady nesmějí mít nebezpečné vlastnosti. Skladování musí probíhat dle norem tak, aby nedocházelo k poškození životního prostředí, součástí obsahujících kapaliny nebo součástí využitelných jako náhradní díly.

5) Torzo vozidla zbavené všech plastových a jiných neželezných částí je pak předáno k likvidaci do hutí, může být i z důvodů snížení nákladů na skladovací a přepravní prostory slisováno do menších rozměrů.

4.1.1. Návrh základního postupu při demontáži autovraku na demontážní lince

Návrh základního postupu při demontáži autovraku na demontážní lince je zpracován na základě návrhu základních pravidel, které je nutno dodržet při demontáži autovraku. Tento postup navrhuji jako neoptimálnější pro všechny typy demontážních systémů autovraků. Odpovídá zajištění maximální bezpečnosti a ekologičnosti takového to provozu.

1. Proces zpracování autovraků začíná formálním přijutím vozidla od občana (nebo obce) jeho evidence a vystavením potvrzení o převzetí autovraku podle přílohy č.17 k Vyhlášce 383/2001 Sb., O podrobnostech nakládání s odpady ve znění platných předpisů. Přistavení vozidla na odstavnou plochu k prohlídce.

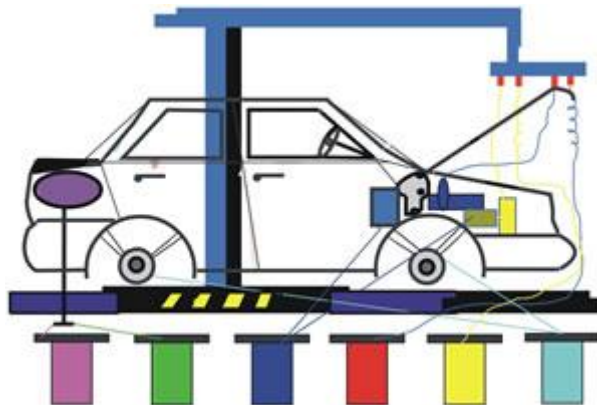


2. Vlastní demontáž bude zahájena vyjmutím akumulátoru s odpojením od elektrické instalace, který bude uložen v dvouplášťovém kontejneru ve skladu akumulátorů. Odstranění případných tlakových nádob např. od pohonu LPG.



3. Základní a pro ekologické nakládání s autovraky nezbytnou operací je odstranění nebezpečných složek autovraku. Jedná se převážně o provozní kapaliny a dále pak o některé další kompaktní celky jako jsou záložní baterie, olejové filtry, katalyzátory.

Samostatnou složkou jsou ještě airbagy, které mají odlišné nebezpečné vlastnosti (výbušnost) a náplně klimatizací obsahující vysoce škodlivé látky pro ovzduší. Kapaliny obsažené v autovraku jsou různé třídy nebezpečnosti a hořlavosti. Jejich míchání je nepřípustné, což často znamená větší problémy při recyklaci těchto látek.



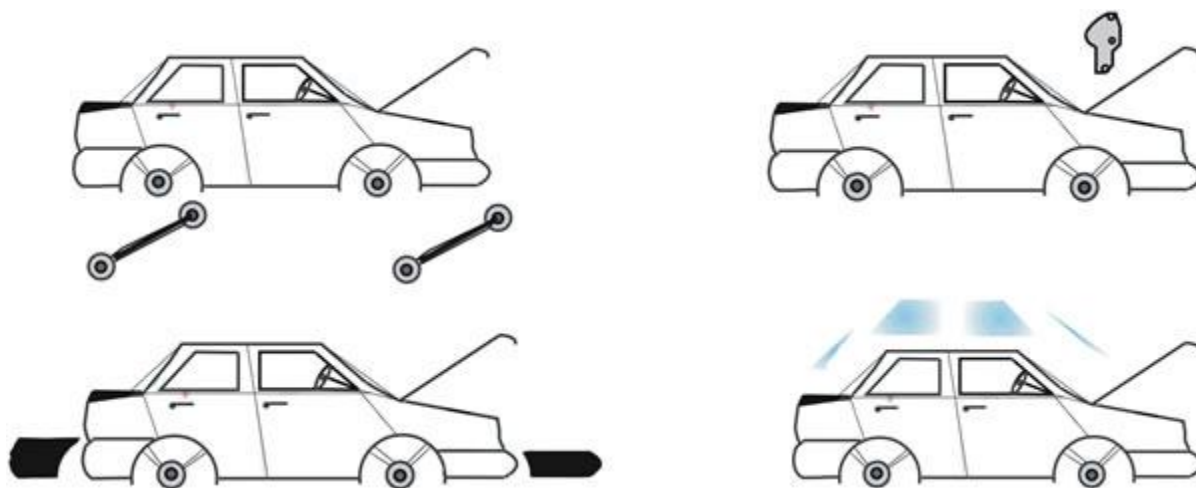
4. Dále bude následovat vypouštění všech provozních kapalin. Dle povahy a provedení technologických zařízení vozidel budou provozní kapaliny buď odsávány nebo vypouštěny do přenosných nádob vyčleněných a označených primárně vždy pouze pro jednu kapalinu, skladování se bude provádět v kanystrech a sudech umístěných v samostatném prostoru skladu. Zde se bude jednat o vypouštění zbytků pohonných hmot a to v pořadí:

- (benzín, nafta),
- olej z motorů a převodovek,

- olej z hydraulických součástí - posilovačů řízení případně hydraulických systémů tlumičů.
- kapaliny chladícího systému,
- brzdovou kapalinu,
- kapalinu do ostřikovačů.

5. Následuje demontáž všech dílů vnitřního a vnějšího vybavení vozidla obsahujících jako celek nekovové části:

pneumatik a bezpečnostních prvků vozidel - airbagů a předpínačů bezpečnostních pasů, rozebíratelných a odnímatelných dílů stěrače, chladiče, topení, motory, převodovky, nápravy, tlumiče, skla, reflektory, elektroinstalace, čalounění, sedačky, palubní přístroje, přední a zadní nárazníky, spojery atd.



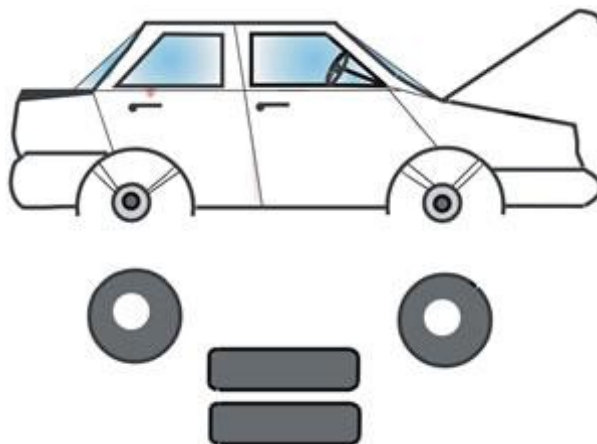
6. Dále nerozebíratelné díly nebo díly složené, ale ze stejného materiálu budou ukládány po vytřídění do jednotlivých kontejnerů. Motory, převodovky, zadní nápravy s diferenciály, kola budou dále rozebírány. Kola budou demontovány z disků, dle stupně opotřebení a technického stavu pneumatik budou uloženy ve skladu opotřebovaných dílů, nebo na manipulační ploše připraveny k recyklaci.

Demontáž motorů, převodovek bude prováděna za účelem separace různých druhů použitých materiálů postupným rozebráním s roztříděním materiálů:

- barevné kovy,
- hliník,

- železo,
- plasty.

7. Jednotlivé díly, které budou mastné od olejů budou odmaštěny na mycím stole a teprve potom uloženy do kontejnerů po roztřídění dle druhu materiálu. Odstrojená karosérie bude umístěna za dílnou na manipulační plochu v celku nebo slisovaná.



8. U části vozidel se předpokládá speciální demontáž jednotlivých dílů a to za účelem opětovného využití k prodeji jako použitých náhradních dílů. Za tímto účelem budou demontovány i celky jako nápravy, motory, převodovky, reflektory, kapoty, kompletní dveře, čelní a zadní skla atd.



Demontované náhradní díly budou umístěny ve skladu použitých náhradních dílů. V případě umístění celých motorů a převodovek budou tyto umístěny v ocelových vanách pro vyloučení úniku olejových náplní, případně jejich zbytkových
 m n o ž s t v í [2 0] .

Skladové kapacity demontovaných dílů navrhuji optimálně rozdělit do úseků:

- samostatný sklad použitých olejů, kapalin a olejových filtrů 30 m²
- samostatný sklad autobaterií 10 m²
- 4 skladové prostory pro tříděný odpad z autovraků (velkoobjemové kontejnery) 4 * 33 m² , BIG-BAGY.
- manipulační plocha mezi objekty pro ukládání odstrojených karosérií a nevyužitých pneumatik ve velko objemových kontejnerů (cca 100 m²)
- sklad použitých náhradních dílů určených k dalšímu prodeji 732 + 130 m²

4.2. Návrh třídění autoplastů v demontážním středisku

K 1.1. 2008 je v ČR registrováno asi 7.5 milionu vozidel. Průměrné stáří osobních vozidel v závislosti na ekonomických možnostech obyvatelstva po předchozím poklesu neustále od roku 2003 pozvolna stoupá a dosahuje cca 14 let. V kategoriích autobusů, a speciálních užitkových vozidel je tento nárůst ještě dramatičtější. Z tohoto důvodu je na první pohled patrné jaká vozidla se v nejbližších letech budou recyklovat, jsou to hlavně starší vozidla značky Škoda všech typů a vozidla k nám dovezené před rokem 1990 [28]. Jedná se o cca 1.000.000 vozidel a to hovoříme jen o vozidlech osobních. Všechny tyto vozidla mají něco společného co určuje možnosti jejich recyklace:

- jsou to vozidla velmi stará, většinou užívaná až za zenit své předpokládané životnosti,
- opotřebení a degradace součástí je tak značná, že nelze počítat s perspektivní výtěžností upotřebitelného dále prodejného materiálu,
- u většiny těchto vozidel nejsou zpracovány recyklační postupy, neboť se v době jejich výroby ekologickou recyklací nikdo seriózně nezabýval,
- vozidla jsou plná různých typů plastů a materiálů které jsou již dnes zakázané a ekologicky složitě likvidovatelné,

- plastové díly nenesou žádné označení z jakého typu plastového materiálu jsou vyrobeny což znemožňuje jejich úspěšnou separaci,
- demontáž a třídění takových to plastů je velice zdlouhavá a nákladná.

Z těchto důvodů bych návrh třídění plastového odpadu z autovraků rozdělil na vozidla vyrobená do roku 2002 a vozidla vyrobená od roku 2003 kdy vstoupilo v platnost povinné značení typů plastů použitých pro výrobu plastových výrobků v automobilovém průmyslu. Někteří automobilový výrobci sice již v minulosti začali některé své plastové výrobky označovat, ale tento trend nebyl všeobecný a proto nelze na tomto značení postavit systém třídění plastů.

4.2.1. Posuzované návrhy systémů třídění autoplastů

K návrhu třídění neoznačených autoplastů je v současné době možné použít pouze způsoby uvedené v analýze pomocí složitých a nákladných třídících linek. Všechny tyto třídící linky mají mnoho společného:

- 1) vysoké pořizovací náklady
- 2) nedostatečnou výkonnost
- 3) velmi dlouhou návratnost investic
- 4) prostorovou náročnost
- 5) náročnost obsluhy
- 6) nezajišťují 100% vytřídění všech typů plastů

Hlavní podmínkou uplatnění recyklovaných plastů na trhu je jejich druhová čistota, všichni případní odběratelé vyžadují plasty ve velkém množství, čisté, bez příměsí kovů a hlavně dokonale vytříděné. V případě odběru netříděných plastů požadují zpracovatelé za jejich vytřídění a ekologickou likvidaci nemalé finanční prostředky a to u pneumatik cca 6000,- Kč / t a u autoplastů cca 2000,- Kč / t. [26]

Na základě těchto poznatků jsem určil možné následující způsoby recyklace plastového odpadu z autovraků v souvislosti s jeho dalším zpracováním:

1. třídění provádět manuálně pouze na pneumatiky, měkké a tvrdé plasty, pěny, kabeláž a netříděný plast s příměsí kovu. Tento způsob třídění je v současnosti praktikován nejvíce. Provádí se přímo při demontáži jednotlivých plastových dílů, je relativně levný, ale velmi pomalý a nevykonný. Problém spočívá v tom, že takto vytříděné plasty nejsou buď druhově čisté a nebo obsahují množství nežádoucích kovových částí. Uplatnění takto vytříděných plastů je na trhu velice problematické, většina je vyvážena do zahraničí nebo do třídíren plastů, v nejhorším případě končí na skládkách bez celkového konečného zisku jako ekologická zátěž. Takto tříděné plasty se stávají nutným zlem všech zpracovatelů autoplastů.
2. Pro účely třídění zakoupit třídící gravitačně-flotační linku a vytříděnou plastovou drť prodávat dalším zpracovatelům. Tento způsob je velice finančně nákladný a návratnost investice takového provozu je velice dlouhá. Výhoda je pouze v možnosti odběru jakýchkoliv netříděných plastů za úplatu od subdodavatelů. Tato výhoda má však své velké nebezpečí v nestálosti dodávek netříděných plastů a výsledných produktů vázaných na poptávku ze zahraničí.
3. Zakoupit třídící gravitačně-flotační linku a provoz pro zpracování vytříděného plastu na nové produkty určené pro následný prodej. Tento způsob třídění a následného zpracování se jeví jako velice perspektivní, ale jeho uplatnění bych viděl spíše jako samostatný podnikatelský záměr a ne jako jednu z částí provozu zabývajícího se recyklací autovraků. Náklady na pořízení tohoto druhu provozu jsou extrémně vysoké a rychlá návratnost vyžaduje velký objem zpracovávaného plastového odpadu a s tím spojený zajištěný odbyt velkého množství výsledného produktu. Hlavní nevýhodou je neschopnost tohoto provozu recyklovat na výsledný produkt všechny vytříděné autoplasty. Pak by bylo nutné pro velkou část vytříděných plastů opětovně hledat další odbyt nebo využití.
4. Třídít ručně pouze na skupiny snadno specifikovatelných plastů a pneumatiky a pro zpracování instalovat zařízení pro jejich např. pyrolitické zpracování. Tento způsob má v našich podmínkách velkou budoucnost a k jeho

masovému zavádění zatím brání vysoké pořizovací náklady a dostupnost dané technologie pouze ze zahraničí. Nezvratnou výhodou této technologie je možnost zpracování bezmála jakéhokoliv plastu s velmi dobře obchodovatelnými výstupními energetickými a surovinovými produkty. Z čehož vyplývá velmi dobrá návratnost investic do pořízení dané technologie a vysoká míra ekologičnosti recyklačního provozu.

Jako nejkoncepčnější řešení navrhuji poslední variantu č. 4 návrhů nakládání s plastovým odpadem z autovraků.

4.2.2. Návrh třídění demontovaných plastových dílů z autovraků

Z důvodu složité identifikace jednotlivých druhů plastů a maximálnímu zjednodušení základního třídění nevyžadujícího žádné speciální zařízení mimo zkušební obsluhu, demontované plasty navrhuji třídít dle možného dalšího recyklačního využití do sedmi skupin (viz tabulka č. 4.1) :

1. pěny (vyžadující specializovaná recyklační pracoviště),
2. měkké plasty,
3. tvrdé plasty (mající reálnou šanci na další odprodej a tím i finanční zisk),
4. elektroinstalaci (s velmi náročnou technologií recyklace),
5. pryže,
6. textil,
7. pneumatiky,
8. ostatní těžce rozebíratelné plasty s obsahem kovu (s velmi problematickou recyklací).

p.č	materiál	autoplast	uložení	využití
1	Pěny	autosedačky	Krytá plocha	odprodej /pyrolýza
		výztuž čalounění	BIG-BAG vak	pyrolýza

		vrstvené složky odpružení	BIG-BAG vak	pyrolýza
2	Měkké plasty	palivová nádrž	Kontejner-měkké plasty	odprodej /pyrolýza
3	Tvrdé plasty	nárazníky	BIG-BAG vak	odprodej /pyrolýza
		palubní deska	BIG-BAG vak	odprodej /pyrolýza
		doplňky	BIG-BAG vak	odprodej /pyrolýza
		zadní zakládací kryt	BIG-BAG vak	odprodej /pyrolýza
4	Elektroinstalace	kabeláž s kovem	BIG-BAG vak	odprodej
5	Pryže	hadice, těsnění oken a dveří	BIG-BAG vak	odprodej /pyrolýza
6	Textil	čalounění, potahy sedaček	BIG-BAG vak	odprodej
7	Pneumatiky		Zpevněná plocha	pyrolýza
8	Ostatní plast	těžce rozebíratelné plasty s obsahem kovu = volant, řídicí jednotky, ovladače ...	BIG-BAG vak	odprodej

Tabulka 4.1 Návrh třídících skupin plastů.

4.3. Kritéria návrhu demontážní a třídící linky

Pro identifikaci optimálního návrhu systému demontážní a třídící linky jsem specifikoval následující kritéria, dle kterých jsem provedl její návrh. Kritéria vyplývají ze základních požadavků na výkonnost, ekonomičnost a ekologičnost systému.

- 1) Provoz základního i konečného třídění plastů musí být součástí demontážní linky.
- 2) Maximální výkonnost demontážní linky je požadována na úrovni cca 7.000 ks autovraků / rok.

- 3) Univerzálnost systému demontáže = linka musí být schopna zpracovávat jakýkoliv typ osobního vozidla.
- 4) Možnost demontáže i značně poškozených vozidel ještě schopných standardní demontáže.
- 5) Minimalizace fyzické námahy, zkvalitnění a zjednodušení prací = podmínky demontáže, minimální počet uchopení dílů obsluhou a zlepšení pracovních podmínek (minimalizace práce v prostoru nad hlavou).
- 6) Maximalizace možnosti transportu jednotlivých demontovaných dílů a BIG-BAG vaků (viz obr. č. 4 -1) pomocí vysokozdvížných vozíků a skluzů.
- 7) Maximální bezpečnost při demontáži vozidla a manipulaci s demontovanými díly.
- 8) Ekologičnost provozu.
- 9) Maximalizace ekonomického zisku.
- 10) Minimalizace nákladů.

4.3.1. Návrh jednotlivých pracovišť demontážní linky

Podstatou návrhu jednotlivých pracovišť demontážní linky je sloučení demontážní linky autovraků s třídícím pracovištěm autoplastů snižujícím počet podružných manipulací s demontovanými plasty, nároky na skladovací a úložné prostory a zvýšení produktivity práce.

Navrhovaná demontážní linka je koncipována do dvou proti sobě v ose stojících shodných celků pracujících jeden na druhém navzájem nezávisle v určitém rytmu, který udává pro obě strany svou činností společné pracoviště číslo pět (pracoviště demontáže motoru s převodovkou a podvozkových částí).



Obr. č. 4 - 1 Big-bag

Toto společné pracoviště v tomto funkčním sledu zavádím z důvodů velmi krátké demontáže určených dílů vůči času potřebného k celkové demontáži karoserie na pracovišti číslo čtyři, úspory počtu potřebných zaměstnanců, maximálního pracovního vytížení obsluhy a snížení nákladů spojených s recyklací vozidla. Část linky s pracovišti č. 2,4,6 bude vyvýšena cca 2,5 m nad zemí z důvodu zavedení provádění demontážních prací na těchto všech pracovištích současně.

Návrh jednotlivých pracovišť demontážní a třídící linky:

1. pracoviště před demontáže použitelných náhradních dílů z vytypovaných autovraků, deaktivace airbagů a demontáž případných tlakových nádob (pracoviště je mimo demontážní linku).

2. Pracoviště nakládky autovraků vysokozdvížným vozíkem na vozík demontážní linky (je předpoklad, že tato část linky bude vysunuta mimo halu s demontážní linkou).
3. Pracoviště vypouštění provozních náplní a kapalin je umístěno pod pracovištěm číslo čtyři na vyvýšeném stupni ve kterém jsou uloženy nádoby na vypouštěné provozní kapaliny.
4. Pracoviště demontáže vnitřního, vnějšího vybavení karoserie obsahujícího plasty, sklo, barevné kovy a demontáž dveří. Je přímo propojeno s pracovištěm třídění plastů dvěma skluzy, doplněno o vytloukáč stůl na skla dveří a kontejnery pro přímé třídění čelních (zadních) skel, skla, železa, kompletních kol a elektroinstalace.
5. Pracoviště základní demontáže motoru s převodovkou a podvozkových částí: nápravy, tlumiče, výfukovou soustavu a nekovové kryty. Pracoviště je vybaveno speciálním pohyblivým upínacím rámem sloužícím k manipulaci s vozidlem při demontáži stanovených dílů. Na tomto pracovišti pak končí demontáž autovraku který je následně zcela zbavený všech nekovových částí odvezen na skladovací plochu.
6. Pracoviště třídění plastů a demontáže kovových částí, je umístěno pod úrovní pracoviště číslo čtyři a je vybaveno pěti na trnech zavěšenými Big-Bagy určenými pro vytříděný plastový odpad.
7. Pracoviště doplňkové demontáže disků kol kde se zároveň provádí třídění pneumatik určených pro recyklaci a možný odprodej.
8. Pracoviště doplňkové demontáže motorů, převodovek, katalizátorů a tlumičů je společné pro obě strany linky (mimo demontážní linku).
9. Pracoviště příjmu a evidence vozidel, evidence materiálu, demontáže akumulátorů (mimo demontážní linku) a expedice separovaného materiálu.
10. Pracoviště uskladnění použitých náhradních dílů a nebezpečného odpadu: oleje, akumulátory, toto pracoviště má na starosti pracovník před demontáží náhradních dílů (mimo demontážní linku).

V rámci požadavku na maximální univerzálnost demontážní linky co do typů a stavu demontovaných autovraků, navrhuji pro přesuny po lince použití pojízdného vozíku pohybujícího se na kolejkách z pracoviště dva na pracoviště tři a čtyři. Při prohlídce v současnosti recyklovaných jednotlivých typů vozidel a s přihlédnutím na vozidla v budoucnu recyklovaná jsem došel k názoru, že ať je vozidlo v jakémkoliv stavu a pokud neabsolvovalo velmi destruktivní náraz z boku na sloup, vždy je možnost jej uchopit z obou stran za spojnici podlahy a „B“ sloupku kde je vozidlo i patřičně zesíleno tak, že umožňuje následnou manipulaci při demontáži motoru a podvozkových částí.

Dále na základě tohoto poznatku potřeby, zjednodušení demontáže motoru a podvozkových částí a maximalizace pracovních činností v ideální vzpřímené poloze. Navrhuji provádět tyto činnosti ve vertikální poloze vozidla upnutého v upínacím pojízdném rámu pohybujícího se na kolejkách v ose demontážní linky, umožňujícího uchycení vozidla ve spoji podlahy a „B“ sloupku vozidla a následnou rotaci o 180° kolem osy „Y“ vozidla na pracovišti č.: 5.

Jak jsem již uvedl linku navrhuji jako dvousměrnou se společným pracovištěm č. 5. Navržený postup prací je pro jednu stranu celkové navrhované demontážní linky. Celkový počet zaměstnanců pro jednu stranu recyklační linky zahrnující všechna místa od pracoviště příjmu až po doplňkovou demontáž odhaduji na jedenáct a pro celou oboustrannou linku na patnáct pracovníků.

Rozpis činností zaměstnanců:

- 1) 1. zaměstnanec + vysokozdvizný vůz (provádí veškerou manipulaci s auto-vraky, Big-Bagy, kontejnery a demontovaným materiálem),
- 2) 2. zaměstnanec provádí konečné třídění autoplastů na pracovišti č. 6,
- 3) 3. zaměstnanec provádí odsávání provozních náplní na pracovišti č. 3 a demontáž disků kol na pracovišti č.:3,
- 4) 4 a 5. zaměstnanec provádí odstojení vozidla a základní třídění autoplastů na pracovišti č. 4

- 5) 6 a 7. zaměstnanec provádí demontáž motorů, převodovek, katalizátorů atd. na pracovišti č. 5,
- 6) 8 a 9. zaměstnanec provádí doplňkovou demontáž motorů, převodovek, výfukových systémů, tlumičů a náprav na pracovišti č. 8,
- 7) 10. zaměstnanec pracuje na pracovišti č. 9 evidence, příjmu, fakturace a expedice materiálu,
- 8) 11. zaměstnanec provádí před demontáž náhradních dílů, tlakových nádob a vede skladové hospodářství na pracovišti č. 1 a 10.
- 9) 12 - 15. zaměstnanec jsou pracovníci na pracovištích č. 3,4,6 u druhé poloviny demontážní linky se shodnou náplní práce.

Takto navržená demontážní linka se společným pracovištěm číslo pět vede dle mého názoru k maximálnímu pracovnímu vytížení všech pracovníků s možnou rezervou ve formě pracovníka číslo 11 k operativnímu posílení některého pracoviště. Předpokládaná výkonnost jedné poloviny linky je 1,5 automobilu za hodinu. Praktická výkonnost je věcí zvládnutí demontážních postupů, použití specializovaného nářadí a zručnosti obsluhy linky.

Jak je z návrhu patrné linka se skládá ze dvou funkčně zcela shodných celků (plus pracoviště číslo pět) a umožňuje tak postupnou praktickou realizaci v závislosti na množství recyklovaných autovraků a finančních prostředků potřebných k její celkové realizaci. Tento modulární systém umožňuje bezproblémové rozšiřování o další části této linky v řadě vedle sebe, se vzájemnou kombinací pracovišť a tím i následnou úsporou počtu zaměstnanců potřebných pro provoz případných dalších vybudovaných částí linky.

4.3.2. Funkční popis navrhované demontážní a třídící linky

Návrh jsem koncipoval dle předem daných kritérií jako ucelený komplex demontážní linky automobilů s ukončenou životností a třídícím pracovištěm demontovaných autoplastů se systémem deseti pracovišť, 7 zásobníků (Big-Bagů) na vytříděný plast, 12 zásobníků na kov a sklo a 7 sudů na provozní náplně (oleje, pohonné hmoty, chladící a brzdové kapaliny) určených pro jednu část linky a

pracoviště číslo pět (obrázek č. 4-2). Při výstavbě kompletní oboustranné linky se počet zásobníků na vyříděný materiál zvyšuje o dalších 7 zásobníků (Big-Bagů) na vyříděný plast, 8 zásobníků na kov a sklo a 7 sudů na provozní náplně (oleje, pohonné hmoty, chladicí a brzdové kapaliny). Provoz musí být samozřejmě vybaven dostatečným množstvím dalších zásobníků stejných typů v počtu vázaném na objem recyklovaných autovraků a rychlosti expedice či recyklace vyříděného materiálu.

4.3.3. Navrhovaný postup při demontáži vozidla

Vozidlo je přijato pracovištěm číslo 1, zde je provedena evidence a kontrola úplnosti včetně demontáže akumulátoru a vytipování vozidel k demontáži částí na náhradní díly. Dál je vozidlo odstaveno na odstavnou plochu, nebo předáno k odborné demontáži náhradních dílů. Vždy však je zde provedena demontáž případných tlakových nádob alternativního pohonu, vypouštění náplní klimatizací, nebo deaktivace airbagů (z důvodu zajištění bezpečnosti při práci na demontážní lince).

Z odstavné plochy je převezeno a naloženo pomocí vysokozdvížného zařízení na přepravní vozík demontážní linky pracoviště číslo 2 a přesunuto nad pracoviště číslo 3 kde bude provedeno odsátí provozních kapalin do sudů uložených v podlaze vyvýšeného pracoviště. Každý sud je spojen hadicí se stojanem s dostatečně velkým úkapovým trychtýřem pro zachytávání vypouštěných náplní.

Současně se již vozidlo nachází na pracovišti číslo 4 kde zahájí jeho pracovníci ve stejný čas práce na demontáži skel, kol, dveří a vnitřního vybavení vozidla (v případě potřeby i odříznutí střechy vozidla) čímž se podstatně zkrátí doba demontáže vozidla.

Zde je také prováděno základní třídění plastového materiálu na kola (která jsou ukládány do zásobníku číslo 7 k další demontáži), kabeláž (ukládána do Big-Bagu číslo 4), pryže (ukládána do Big-Bagu číslo 5) a ostatní plast. Všechny ostatní díly obsahující plast se ihned předávají na pracoviště číslo 6 kde jsou zbaveny kovů a vyříděny do označených Big-bagů, které jsou průběžně po naplnění odváženy na shromažďovací plochu mimo halu.

Odstrojené vozidlo stále vybavené hnacím agregátem a nápravami je sejmuto pomocí manipulačního rámu z transportního vozíku demontážní linky (který je okamžitě přesouván zpět na pracoviště číslo 2 kde je na něj opět naloženo další vozidlo) a přesunuto na pracoviště číslo 5 k postupné demontáži motoru, výfukového potrubí, náprav a tlumičů.

Po úplném odstrojení vozidla zůstává pouze kovový skelet, který je pomocí manipulačního rámu položen na podlahu podvozkem nahoru a odvezen vysokozdvížným vozíkem na skladovací plochu.

Agregát s převodovkou a nápravy jsou při demontáži uloženy na europalety a ihned odvezeny na pracoviště číslo 8. Na pracovišti číslo 7 obsluha z pracoviště číslo 3 provádí demontáž disků kol a následné konečné třídění na pneumatiky určené k recyklaci a ty, které jsou vhodné k dalšímu odprodeji. Na pracovištích číslo 4 a 5 se provádí jen hrubá demontáž jednotlivých celků. Následné demontážní dokončovací práce se provádí na pracovišti doplňkové demontáže číslo 8.

4.3.4. Navrhovaný systém třídění autoplastů při demontáži vozidla

Třídění demontovaných autoplastů jsem rozdělil (jak vyplývá z činností na jednotlivých pracovištích linky) na *základní a konečné* třídění do jednotlivých stanovených skupin plastů.

Základní třídění plastů provádí pracovníci na pracovišti číslo čtyři následovně:

- demontovaná kola z vozidla ukládá pomocí skluzu do zásobníku číslo sedm,
- demontovanou elektroinstalaci i s koncovkami ukládá do zavěšeného Big-Bagu číslo čtyři. Tento separovaný materiál se v provozovně dále nijak nedotřídí ani nezpracovává a je expedován do specializovaných zařízení na jejich recyklaci.
- Oddělené pryže (hadice, těsnění atd.) ukládají do zavěšeného Big-Bagu číslo pět. Tyto se dále také nijak netřídí a jsou v tomto stavu připraveny k recyklaci.

- Všechny další části obsahující plasty přesouvají pomocí dvou skluzů na třídící stoly pracoviště číslo šest konečného třídění plastů.

Základní třídění plastů je prováděno v menším měřítku i na pracovišti číslo osm, kde jsou však všechny části obsahující plasty ukládány do jednoho zásobníku a po naplnění přesunuty na pracoviště číslo šest ke konečnému roztřídění.

Konečné třídění plastů provádí pracovníci na pracovišti číslo šest a sedm následovně:

1) Na pracovišti číslo sedm provádí obsluha pomocí standardního demontážního zařízení demontáž disků kol a následné třídění dle jejich stanu a možností dalšího využití na:

- pneumatiky a disky určené k recyklaci – ty pak ukládá do připravených zásobníků
- pneumatiky a disky určené k následnému odprodeji a ty ukládá na europalety které jsou následně odváženy do skladu náhradních dílů.

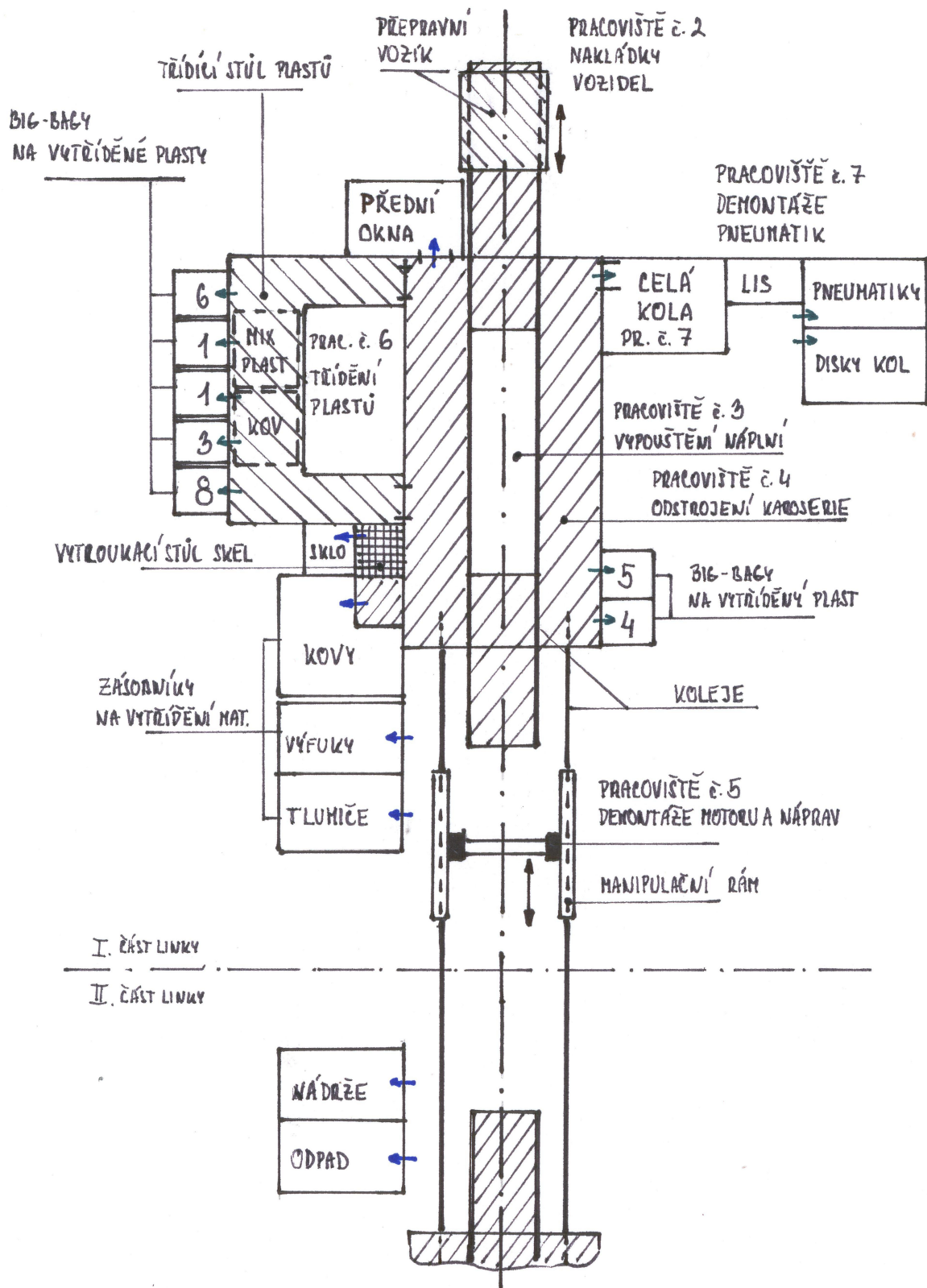
2) Na pracovišti číslo šest provádí obsluha oddělení plastů od neplastových částí (které pak ukládá do zásobníků uložených pod třídícími stoly v úrovni podlahy) a následné roztřídění na předem stanovené skupiny plastů (viz tab. č. 4.1) do připravených zavěšených Big-bagů označených skupinou plastů, které jsou postupně po naplnění ihned odváženy na shromažďovací místa dle jednotlivých skupin plastů.

Pro potřeby ukládání vytříděného plastu dle tabulky č. 4.1 je na pracovišti instalováno pět závěsných zařízení pro zavěšení Big-bagů v následujícím sledu zleva:

1. 1 x big-bag na materiál těžce rozebíratelných plastů s obsahem kovu = volant, řídicí jednotky, ovladače atd.
2. 1 x big-bag na tvrdé plasty
3. 1 x big-bag na pěny (z důvodu velkého objemu jsou dva)

4. 1 x big-bag na pěny (výplně sedaček, tlumení atd.)
5. 1 x big-bag na textil (potahy sedaček, čalounění atd.)

Veškerý takto vyříděný plastový materiál je uložen na skladovací ploše a připraven bez další manipulace k recyklaci. Big-bagy (vyráběné rovněž z recyklovaného plastu) umožňují skladování materiálu stohovým způsobem (čímž snižují nároky na skladovací prostory) a zabezpečují základní ochranu před povětrnostními vlivy. Důležitou podmínkou v třídění a skladování plastů je přesné a důsledné značení ukládaných Big-bagů.



4.4. Návrh třídění autoplastů pomocí identifikačních kódů

Třídění v budoucnosti demontovaných autoplastů u vozidel vyrobených po roce 2003 je sice nově ulehčeno viditelným označením typu použitého plastu při jeho výrobě, ale umožňuje opět provozovat pouze nákladné ruční třídění (za potřeby velkého množství zaměstnanců) a zcela vylučuje automatizaci třídění plastů. Tento způsob třídění je sice velmi efektivní, ale velice zdlouhavý, nákladný a náročný na obsluhu. Proto můj nový návrh třídění plastů zavádí ve výrobě plastových autodílů implementaci označování jednotlivých plastových dílů jinou formou rozeznatelnou automatickým čtecím zařízením (snímacím rámem) umístěným na běžícím pásu s následným systémem skluzů do jednotlivých zásobníků určených pro jednotlivé druhy plastů.

Tímto krokem by se celková problematika zkvalitnění třídění autoplastů (a to nejen autoplastů) rozdělila mezi výrobce a recyklační firmy. V současné době razantního nástupu internetu, globalizace, podnikových sítí a IT technologií, kdy se již v podstatě žádné vozidlo nevyrobí bez použití výpočetní techniky a z toho pramenícího stálého požadavku na nová a nová data, se mi jeví tento systém né jako požadavkem skupiny firem zabývajících se recyklací autovraků, ale jako absolutní nezbytnost při budoucí výrobě a recyklaci automobilů.

Přínosem by bylo nejen maximální zrychlení třídění plastů, ale i podstatné snížení nákladů při jejich třídění, množství přesně identifikovaných plastů, vysoká návratnost použitých plastů do prvovýroby, úspora primárních stále se zdražujících surovin potřebných pro výrobu plastů a podstatné zlevnění technologií potřebných pro identifikaci plastového odpadu.

Systém takového to značení by mohl být praktikován buď:

- osvědčeným, jednoduchým a trvanlivým čárovým kódem vyraženým (vlišaným nebo vypáleným) přímo na plast s centrální databází těchto čárových kódů přístupných pomocí Internetu,

- nebo elektronickým systémem s dlouhou životností, které jsou již dnes (mimořádně vyráběné z též plastu) využívány i v jiných odvětvích.

Oba tyto navrhované systémy by však nemusely pomáhat jen při třídění plastů, ale i při jejich prodeji a servisu. Mohly by nést i informace pro jaké vozidlo jsou vyrobeny, jaké mají vedlejší (např. spojovací) díly, jaké mají vlastnosti atd. Stejně jednoduše a levně by pak v autoservisu či prodejně náhradních dílů poznali kam a na jaké vozidlo díl patří a jaké má potřebné upevňovací prvky. Je velkou škodou, že nově vzniknutá legislativní úprava nařizující výrobcům provádět značení plastů, toto značení degraduje pouze pro jeden jediný účel. Tento způsob značení měl být zaveden již v minulém století. Dnes a v budoucnu se dle mého názoru prokáže sice jako nápomocný, ale výkonově jako nedostačující.

Při současně globalizaci výroby automobilů by tento krok v zavedení navrhovaného značení autoplastů musel být projednán a realizován na úrovni minimálně celé Evropské unie. Věřím, že zisk z takto fungujícího systému by byl mnohonásobně vyšší než prostředky v něj vložené a to nelze ani pominout obrovské možnosti statistických dat plynoucích z tohoto elektronického systému nejen pro recyklátory autovraků, ale i pro výrobce autodílů, automobilky, zpracovatele plastů a prodejce náhradních dílů.

Ani tento velice důležitý krok ve značení plastů není však samospasitelný a situaci s jejich tříděním zcela nevyřeší, neboť výrobci v závislosti na požadavcích technologů vyvíjejí stále nové plasty na bázi kompozitů, které jsou velice pevné (mnohdy již zcela nahrazující ocel), podstatně lehčí a co je nejhorší skládají se z mnoha vrstev různých plastových i neplastových materiálů, které následnou separaci a recyklaci velice znesnadňují.

4.4.1. Návrh třídící linky pomocí čárových kódů

Základem navrhované třídící linky by bylo zavedení ve výrobě provádění označení autoplastů čárovým kódem, na základě něhož by se z centrální databáze získávaly následující základní informace:

1. typ použitého plastu při výrobě

2. typ vozidla na jaké je určen
3. jmenovité základní rozměry pro určování velikosti zásobníku
4. základní hmotnost
5. výrobce
6. možnosti recyklace

Dále pak spoustu dalších informací vhodných pro opravny automobilů a jejich výrobce. Možnosti takového systému jsou zatím nedocenené. Dle mého názoru by byl ekonomicky soběstačný, například při poskytování reklamního prostoru v systému pro reklamní nabídky recyklačních středisek atd.

Při použití této navrhované metody by systém třídění demontovaných autoplastů byl podobný jako při předešlém navrhovaném způsobu. S takovým rozdílem, že na pracovišti číslo čtyři by byla prováděna pouze demontáž všech dílů obsahujících plasty a následně by byly předávány na pracoviště číslo šest, které by se změnilo na pracoviště základního třídění plastového materiálu s následující činností:

1. zbavení plastů kovových částí
2. rozebrání kompletů na jednotlivé plastové díly nesoucí požadované značení
3. díly velmi malých rozměrů a úlomky plastů vytřídit do společného zásobníku a bez dalšího separování předat jako celek netříděných plastů k energetické recyklaci,
4. dekompletované jednotlivé plastové díly naskládat do řady za sebou na běžící pás čárovým kódem nahoru,

Část konečného třídění navrhované linky

Tato část by se skládala z běžícího pásu větší délky opatřeným čtecím rámem čárových kódů, se soustavou skluzů s Big-bagy (a jiných zásobníků) instalovaných na obou stranách pásu (počet by odpovídal počtu právě separovaných druhů plastů) a snímacím zařízením vytříděných plastů nainstalovaným nad běžícím pásem.

System třídění plastů:

V řídicím systému třídící linky by bylo automaticky prvním průchodem určitého typu plastu naprogramováno přidělení daného zásobníku (v závislosti na velikosti daného plastu) a následně dalších jednotlivých druhů plastů do po sobě jdoucích zásobníků podél pásu. Autoplasty se stejnou chemickou podstatou by se pak automaticky třídily do zásobníku za oním prvním typem plastu.

Po té co by čtecí rám pomocí čárového kódu identifikoval typ plastu spojil by se s databází výrobce a zjistil by potřebné informace o jeho chemickém složení. V případě, že by čárový kód nebyl správně přečten, plast by na konci pásu sjel do zásobníku neidentifikovaných plastů, kde by bylo po naplnění zásobníku provedeno ruční načtení kódů. V případě nemožnosti ručního načtení kódů, neidentifikovatelný plast by byl vyrazen do zásobníku netříděných plastů určených k energetické recyklaci.

Takto navržená třídící linka by zajišťovala v maximálně možné množství vytříděných druhů plastů. V případě zavedení tohoto značení nejen u autoplastů, ale u všech vyráběných plastových výrobků mohla by být tato separační linka použita při třídění jakéhokoliv plastového odpadu.

5. NOVÉ NÁVRHY ŘEŠENÍ ZPRACOVÁNÍ PLASTOVÉHO ODPADU Z AUTOVRAKŮ

Návrh řešení zpracování plastového odpadu jsem provedl na základě rozboru šesti vytypovaných (od zavedených a osvědčených až po zcela nové progresivní technologie) recyklačních technologií použitelných v podmínkách středně velké firmy zabývající se recyklací autoplastů. Tyto technologie jsou všechny podrobně popsány v analýze současného stavu v problematice recyklace. Hledal jsem výběr nejkompexnějších a nej-výhodnějších typů technologií, nebo jejich kombinací pro stanovení návrhu řešení zpracování plastového odpadu z autovraků pro realizaci v podmínkách dané firmy.

5.1. Postup návrhu nového řešení zpracování plastového odpadu

Při návrhu nového řešení recyklace plastů jsem postupoval dle následujících bodů:

1. Určení hlavních kritérií pro určení nejvýhodnější technologie zpracování plastového odpadu.
2. Vytipování vhodných recyklačních technologií k posouzení.
3. Stanovení výhod a nevýhod daných technologií v závislosti na jednotlivých kritériích.
4. Stanovení pořadí posuzovaných technologií.
5. Návrh nové recyklační technologie k realizaci.

5.2. Hlavní kritéria pro určení nejvýhodnější technologie zpracování autoplastů

Jako hlavní podmínky k posouzení jednotlivých technologií a celkového návrhu jsem si určil následujících 22 kritérií:

- kvalita a kvantita potenciálního plastového odpadu tj. s jakým výrobkem, z jakých materiálů (plastů) a v jakém množství můžeme pro recyklaci počítat,
- cena zpracovatelského (recyklačního) zařízení,
- výkupní ceny zpracovatelských firem u tříděných i netříděných plastů,
- v jaké formě je možné odpad získat,
- množství plastů vyprodukovaných vlastní demontážní linkou,
- množstevní možnosti svozu plastů k recyklaci z okolí provozovny,
- závislost vyprodukovaných produktů z recyklace na kolísání poptávky a ceny,
- jaká je stabilita zdroje odpadu,
- jaké jsou možnosti využití a odbytu výrobku z recyklovaných položek,
- jaké jsou možnosti investičního zabezpečení vybudovaných recyklačních kapacit,
- jaké jsou možnosti využití a odbytu výrobku z recyklovaných položek,
- skladovací a stavební prostory,
- multifunkčnost recyklačního zařízení,
- rozmanitost výstupních prodejních produktů z recyklační linky,
- celkové ekonomické ukazatele.
- ekonomičnost recyklačního provozu,
- dlouhodobou perspektivu dané technologie v oboru recyklace autovraků,
- široké možnosti obchodovatelnosti produktů,
- investiční náklady na pořízení celého nového provozu,
- multifunkčnost zařízení, tj. schopnost změny vstupních nebo výstupních produktů,
- předpokládanou ekonomickou návratnost investovaných financí,

- předpokládané cíle rozvoje dané firmy a její celkový vliv na region.

5.3. Posuzované typy recyklací plastů

Pro stanovení nejkompexnějších a nejvýhodnějších typů technologií, nebo jejich kombinací a pro stanovení návrhu řešení zpracování plastového odpadu z autovraků pro realizaci v podmínkách dané firmy jsem navrhl k posouzení následující typy navrhovaných recyklačních technologií:

- Kontinuální recyklace
- Ozónová recyklace
- Regenerace pryže
- Oxidační degradace
- Pyrolytická degradace
- Metoda Microwave technologies

5.4. Stanovení výhod a nevýhod daných technologií v závislosti na jednotlivých kritériích.

Postupně jsem rozebral pro každou technologii zvlášť základní výhody a nevýhody pro návrh nové recyklační technologie. Každá technologie byla posouzena v rámci požadavků na celý nový recyklační provoz.

5.4.1. Kontinuální recyklace pneumatik

Výhody dané technologie:

- snadná dostupnost,
- nenáročná instalace,
- vysoká výkonnost,
- malý počet obsluhy,
- nenáročnost na okolní prostředí,

- nízké ekologické zatížení

Nevýhody dané technologie:

- Velmi vysoké pořizovací náklady (jeden pás stojí v přepočtu 6,4 mil.Kč) a jeho životnost je omezená,
- pouze jeden produkt na výstupu z technologie,
- velké nevyužitelné energetické ztráty, hlavně ve formě tepla a elektrické energie,
- společensky problematický zápach z výroby,
- neúnosná závislost na trhu s výstupním produktem (tj. na měnící se předem dlouhodobě neodhadnutelné ceně),
- vysoké požadavky na uskladnění a manipulaci s produkty,
- nemožnost přechodu na jiný druh zpracovávaného odpadního materiálu.

Jedná se o zahraniční velice progresivní materiálovou technologii recyklace pneumatik s velmi dobře prodejným produktem polotovarů pryžových pásů. Nespĺňuje však kritérium možnosti zpracovávat všechny druhy separovaných autoplastů.

5.4.2. Recyklace odpadních pneumatik ozonem

Výhody dané technologie:

- relativně levná technologie,
- energeticky nenáročná,
- nízké provozní náklady,
- malý počet obsluhy,

- nenáročnost na okolní prostředí,
- malé prostorové požadavky, možnost instalace do běžných výrobních hal,
- pneumatiky není třeba před samotnou recyklací nijak upravovat a drtit, pouze jen důsledně roztřídit.

Nevýhody dané technologie:

- nebezpečný a výbušný provoz = vyžadující vyšší bezpečnostní nároky k zajištění provozu,
- pouze jeden produkt na výstupu z technologie (granulát se specifickými vlastnostmi,
- diskutabilní ekologičnost provozu,
- společensky problematický zápach z výroby,
- neúnosná závislost na trhu s výstupním produktem (tj. na měnící se předem dlouhodobě neodhadnutelné ceně),
- malý rozptyl v uplatnění produktu při dalším zpracování.

Jde o novou světově unikátní českou technologii na recyklaci pneumatik. Tato metoda je velice zajímavá a perspektivní, ale stejně jako předešlá metoda nesplňuje kritérium možnosti zpracovávat všechny druhy separovaných autoplastů a je velice časově náročná. Její výkonnost neodpovídá požadavkům na množství recyklovaného materiálu.

Jedná se o světově unikátní technologii vyvinutou a sestrojenou v České republice.

5.4.3. Regenerace pryže

Výhody dané technologie:

- široké uplatnění výstupních produktů,

- výhodné další zpracování,
- výhodná ekonomika recyklace.

Nevýhody dané technologie:

- složitý chemicko technologický provoz,
- používání nebezpečných chemikálií,
- neekologičnost provozu,
- společensky problematický zápach z výroby,
- třístupňové zpracování
- časová náročnost zpracování,
- vhodnost technologie spíše do provozů prvovýrobců plastů a chemických závodů.

Tato materiálová metoda je již schopna recyklovat veškerý pryžový odpad, ale i tak nespĺňuje podmínku možnosti likvidace všech plastů. Velkou nevýhodou této technologie je její vysoká chemicko-technologická náročnost provozu s možnou vysokou ekologickou zátěží hodící se spíše do vyspělých chemických provozů.

5.4.4. Oxidační degradace

Výhody dané technologie:

- relativně levná technologie,
- energeticky nenáročná,
- nízké provozní náklady,
- malý počet obsluhy,
- nenáročnost na okolní prostředí,
- velké přebytky zbytkové využitelné energie,
- pneumatiky není třeba před samotnou recyklací nijak upravovat a drtit,

- možnost recyklace jakéhokoliv plastového materiálu,
- velice dobře obchodovatelný produkt.

Nevýhody dané technologie:

- konečnost technologie pouze s energetickým výstupem bez recykláží,
- pouze jeden produkt na výstupu z technologie
- nákladné zabezpečení ekologičnosti provozu,
- společensky problematický zápach z výroby,
- nutnost řešení ukládání a likvidace značného množství spalin z 1 tuny pneu vzniká až 270 kg sazí a 450 kg toxických plynů.

Splňuje na 100% jako jediná ze všech podmínek recyklace všech autoplastů, ale vyžaduje velké nároky na zabezpečení ekologičnosti provozu a produkuje velké množství druhotného odpadu, který přináší další recyklační problémy.

5.4.5. Pyrolýzní jednotka

Výhody dané technologie:

- více obchodovatelných produktů na výstupu z technologie,
- energeticky zcela soběstačná,
- nízké provozní náklady,
- malý počet obsluhy,
- nenáročnost na okolní prostředí,
- velké přebytky využitelné energie,
- možnost recyklace jakéhokoliv plastového materiálu,
- velice dobře obchodovatelné produkty,
- vysoce ekologický provoz,

- bez dodatečné likvidace a skládkování spalin.

Nevýhody dané technologie:

- vysoké pořizovací náklady
- pneumatiky je třeba před recyklací drtit a upravovat,
- potřebné veliké množství recyklovaného materiálu na jednu recyklační dávku,
- technologicky složitý provoz.

Jde již o zavedenou vysoce progresivní a ekologickou technologii, která je v současnosti na vrcholu recyklačních schopností jakéhokoliv ne jen plastového odpadu. V kombinaci s druhotným energetickým zařízením splňuje bezmála všechna daná kritéria.

5.4.6. Metoda Microwave technologies

Výhody dané technologie:

- více obchodovatelných produktů na výstupu z technologie,
- energeticky zcela soběstačná,
- nízké provozní náklady,
- malý počet obsluhy,
- nenáročnost na okolní prostředí,
- možnost recyklace všeho co je založeno na hydrouhlíkové bázi,
- velice dobře obchodovatelné produkty,
- vysoce ekologický provoz,
- bez dodatečné likvidace a skládkování spalin.

Nevýhody dané technologie:

- vysoké pořizovací náklady

- materiál je třeba před recyklací drtit a upravovat,
- naprostá novinka v oboru recyklace plastů, u nás zatím nevyzkoušená,
- technologicky složitý provoz.

Tato technologie je v plnění kritérií podobná technologii pyrolýzní, ale je však zcela nová, nevyzkoušená s velkou škálou možností instalací.

5.5. Výsledné navrhované pořadí recyklačních technologií

1. Pyrolytická degradace
2. Metoda Microwave technologies
3. Ozónová recyklace
4. Kontinuální recyklace pneumatik
5. Oxidační degradace
6. Regenerace pryže

Při pohledu na současné možnosti třídění autoplastů a technologie recyklace netříděných plastů v závislosti na výši pořizovacích nákladů flotačních linek a jiných separačních technologií, docházím k závěru že v podmínkách středně velké firmy se jako ekonomicky nejvýhodnější zaměření recyklace jeví recyklace jednoduše chemicky identifikovatelných pneumatik a určitých druhů plastů.

Nezvrtnou výhodou tohoto zaměření je dostatečný kvantitativní přísun použitých pneumatik z recyklační linky autovraků a z provozu vozidel, který dovoluje zavést dostatečně výkonný technologický systém bez velkých obav o budoucnost návratnosti nemalé investice.

Další výhodou je, že mnou navrhované technologie umožňují recyklaci i dalších různorodých plastových a ropných materiálů získaných z vlastní činnosti demontážní linky autovraků. Plasty získané z autovraků je možnost po jejich roztřídění buď za výhodných ekonomických podmínek odprodat zpracovatelským

plastikářským firmám a nebo samostatně ekologicky likvidovat za ekonomicky výhodných podmínek v navrhovaném recyklačním provozu.

Na základě předešlého hodnocení a sestaveného pořadí jednotlivých recyklačních technologií se budu dále zabývat pouze prvními dvěmi technologiemi, které jsem vyhodnotil jako nejperspektivnější a obě navrhuji k posouzení možné fyzické realizace.

Navrhuji technologie dvě z toho důvodu, že obě poskytují porovnatelné možnosti v rozmanitosti zpracovávaného materiálu a taktéž stejné výstupní produkty. Je otázkou dalšího zkoumání a prověřování funkčnosti a náročnosti obou technologií při posuzování výběru technologie určené k realizaci.

5.6. Výkonová rozvaha pro navrhované technologie

V naší republice se v návaznosti na zdejší autopark recyklují převážně starší vozidla typu Trabant, Wartburg, všechny starší druhy škodovek, popř. Lada či Olcit. Od těchto aut se očekávají už i autovraky s jednoznačně definovanými plastovými prvky. Dvě třetiny v současnosti recyklovaných automobilů jsou Škody 120.

Současné recyklační schopnosti dané firmy jsou 1000 vozidel ročně, kdy je takto vy separováno 5.000 kusů pneumatik což představuje přibližně 35 tun, dále pak přibližně 50 tun různých druhů tříděných i netříděných plastů.

Třídění plastů je firmou prováděno pouze na plasty tvrdé, měkké, pěny a pneumatiky. Takto vytríděné plasty jsou pak bez většího užitku prodávány za symbolickou cenu dalším zpracovatelům. Nyní je firma postavena před problémem neekonomičnosti třídění plastového odpadu z autovraků, které je velmi časově a finančně náročné, přitom plasty skýtají velké ekonomické možnosti při jejich následné recyklaci.

Dosavadní systém kdy separace plastů přináší zisk pouze z prodeje použitých plastových dílů. Z většiny separovaných plastů není v podstatě žádný zisk a předpokládané množství získaného plastu z vlastní demontážní linky a velmi malý zisk při současném systému nakládání s plasty, přivádí k potřebě vyřešení konečné recyklace většiny plastů vlastními prostředky.

Po zprovoznění vlastní demontážní linky a nárůstu recyklovaných automobilů na hodnotu 7.000 kusů ročně, vzroste množství demontovaných autoplastů na minimálně 35.000 pneumatik což činí přibližně 250 tun a asi 400 tun plastů.

Při určování nové pořizované technologie pro recyklaci plastů je třeba brát na zřetel i možnosti množství svozového plastu z regionu Pardubicka, kde podobné zařízení o dostatečném výkonu chybí. Jako reálná možnost je doplňkový svoz pneumatik o hmotnosti cca 2000 tun pneumatik a 1800 tun netříděných plastů.

Pro bezproblémové zajištění dostatečného množství pneumatik, navrhuji změnu v současném systému odběru starých pneumatik, který je ze strany recyklačních firem zpoplatněn a to buď snížením recyklační částky na minimum pokrývající dopravu a nebo úplné zrušení poplatku a sběr provádět po dohodě s Obecními úřady cestou jejich sběrných dvorů. V současnosti je úroveň zpětného odběru starých pneumatik k recyklaci na 40% a věřím, že by nový přístup toto množství navracených pneumatik do systému podstatně zvýšil. Stále ještě zbývá celorepublikových 60% volně sládkovaných pneumatik [20].

5.7. Návrh nového recyklačního zařízení

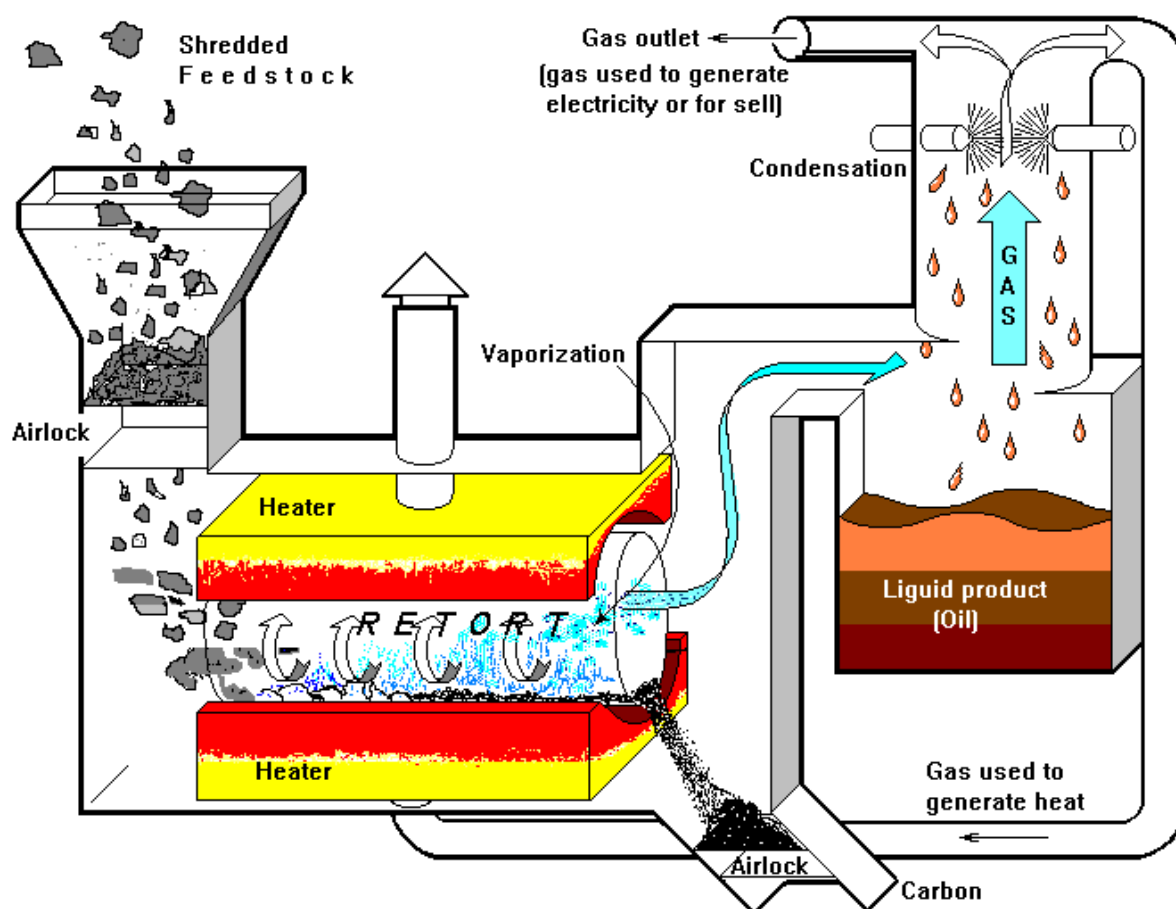
Jak vyplývá z mého porovnání jednotlivých recyklačních technologií, jako nejreálnější a nejvýhodnější navrhuji již ověřenou a funkční Pyrolýzní technologii a zcela novou, ale u nás zatím neprověřenou Microwave technologii. Výhody jsou veliké a dané technologie řeší několik technicko-ekonomických problémů najednou.

- 1) umožňuje recyklaci většiny získaných plastů
- 2) produktem je pyrolýzní plyn kterým je poháněna turbína pro výrobu elektřiny
- 3) dalším produktem je bio olej který lze úspěšně prodávat jako pohonnou hmotu a v případě potřeby nebo malé poptávky spalovat v diesel generátorech a vyrobenou elektřinu dodávat do veřejné sítě.
- 4) Technický uhlík je velice dobře prodejný a cena oceli stále stoupá
- 5) Celý provoz je soběstačný elektrickou energií a vytápěním

- 6) Systém není vázaný na stále se měnící trh se separovanými plasty
- 7) Další podstatnou výhodou je možnost zpracovávat jakýkoliv plastový odpad.

V navrhované a současně předkládané pyrolytické jednotce (viz obr. č. 5-1) jsou odpadní pneumatiky a plasty zhodnocovány pomocí bezodpadové, suché, vysokoteplotní tepelné pyrolýzy, která je ekologicky bezpečná a ekonomicky efektivní a pro účely dané firmy maximálně vyhovující.

S přihlédnutím ke všem aspektům navrhuji jednotku s kapacitou 500kg / hodinu drcených pneumatik a odpadního plasty což odpovídá místním regionálním možnostem v produkci plastů určených k recyklaci. Velká výhoda této technologie je i v její úplné energetické soběstačnosti.



Obr. 5-1 Pyrolytická jednotka.

5.8. Návrh instalace pyrolýzní recyklační linky

Při použití pyrolitické recyklační jednotky navrhují dva způsoby možné instalace v rámci koncepčního využití této technologie pro účely dané firmy.

- 1) Navrhují její základní stacionární instalaci v rámci areálu firmy v blízkosti navrhované demontážní a třídící linky.
- 2) Navrhují z důvodu zabezpečení zjednodušení zásobování recyklační jednotky odpadními plasty (zejména pneumatikami) instalaci na říční loď umístěnou na řece Labi.

5.8.1. Návrh instalace stacionární pyrolýzní recyklační linky

Základní instalaci dané recyklační linky navrhují realizovat přímo v areálu firmy v blízkosti demontážní a třídící linky. Tento provoz bude koncipován pro recyklaci vyseparovaných plastů a pneumatik vlastní demontážní linkou autovraků a plastů dodaných od externích pneuservisů nebo subjektů zabývajících se také recyklací autovraků atd.

Předpokládané produkty z provozu pyrolýzní jednotky a jejich využití:

1. technické uhlovodíky : budou prodávány jako palivo do velkoobjemových motorů, nebo budou spalovány v diesel agregátech s připojenými generátory pro výrobu a distribuci elektrické energie do veřejné elektrické sítě.
2. Technický uhlík : bude prodáván do chemického průmyslu.
3. Kord z pneumatik : bude prodáván do hutního průmyslu.
4. Pyrolýzní plyn : bude částečně využíván pro samotný provoz pyrolýzní jednotky a přebytečný plyn bude okamžitě spalován za účelem výroby elektrické energie. Tato energie se částečně využije pro: - samotný provoz pyrolýzní jednotky, - pro napájení provozu demontážní a třídící linky a přebytečná energie bude dodávána do rozvodné sítě.

5. Zbytkové teplo : vznikající při samotné pyrolýze a následném spalování plynu bude využito pomocí výměňkové stanice k vytápění celého areálu firmy. V případě nadměrného stálého přebytku tepelné energie je možnost provádět dálkové vytápění sousedících firem.

Přehled investičních potřeb pro realizaci stacionární pyrolýzní recyklační linky

- 1) Samotnou pyrolýzní jednotku o daném výkonu je zapotřebí zakoupit v USA
- 2) Předpokládané zařízení je třeba doplnit o tři velkokapacitní zásobníky o objemu každý 100 tun granulovaných pneumatik a plastu.
- 3) Pořízení výkonného drtiče pneumatik a plastu schopného drtit na granulát o velikosti do průměru 30 mm.
- 4) Dále pak dva diesel generátory o výkonu 700 kVA při napětí 6,6 kV / 50Hz za účelem spalování vyprodukované bionafty a následné výroby elektrické energie která bude dodávána do veřejné energetické sítě.
- 5) Vystavět halu o rozměrech daných velikostí pyrolýzní jednotky.
- 6) Vystavět výměňkovou stanici
- 7) Vystavět dostatečně výkonnou čističku odpadních vod.

Předpokládaný výnos z 1000 tun / rok:

- technické uhlovodíky 600 tun / rok
- technický uhlík 100 tun / rok
- kord (kov) 300 tun / rok
- pyrolýzní plyn 216.000 m³ / rok

Jedna spalovací dávka činí 300 tun na tři dny provozu. Při použití pouze pneumatik jejich počet činí přibližně 37 tisíc což předpokládá skladovací prostor o

velikosti 3.000 m³. Z toho plyne že pro danou technologii je třeba i velkých skladovacích a manipulačních prostor.

Z dávky získáme:

- 180 tun bio oleje v předpokládané ceně 1,5 mil. Kč
- 30 tun technického uhlíku v předpokládané ceně 360 tis. Kč
- 90 tun železa v předpokládané ceně 450 tis. Kč

Při použití dané dávce lze také ročně při spalování pyrolýzního plynu vyrobit po odečtení provozních nákladů přibližně 4 GV elektrické energie / rok což při výkupní ceně 2500,- Kč / 1MWh činí cca 10 mil Kč.

Předpokládaný roční výnos před odečtením nákladů a 5000 zpracovaných tunách je přibližně 47 mil. Kč.

5.8.2. Návrh instalace pohyblivé pyrolýzní recyklační linky

Pohyblivou recyklační pyrolýzní jednotku navrhuji umístit na říční loď plující po Labi v plném rozsahu jeho splavnosti. K návrhu tohoto umístění mě přivedl fakt, že nejdražší na takovéto recyklaci je právě doprava odpadních plastů do recyklačního střediska.

Podstata návrhu spočívá v pohybu linky což podstatně zkrátí délku pohybu samotných odpadních plastů. Tento způsob je předurčen z důvodů zjednodušení manipulace pouze pro recyklaci pneumatik. Takto vybavená loď by plula po jednotlivých přístavištích, kdy by k pohonu svých motorů využívala produktů ze své vlastní výroby a kampaňovitě by v jednotlivých přístavištích nakládala vyřazené pneumatiky.

Po dohodě s obcemi a majiteli přístavišť, by byly v přístavištích zřízena bezplatná sběrná místa vyřazených pneumatiky. V současné době je při předání jednoho kusu pneumatiky k recyklaci požadován poplatek ve výši 25-50 Kč. Stejně tak jak se osvědčily sběrné dvory zřizované obcemi, stejně tak věřím, že by se zvýšil zpětný odběr pneumatik k recyklaci. Tato pohyblivá recyklační jednotka by byla

vybavená provozem s výkonem 250 kg za hodinu zpracovaných odpadních pneumatik.

Předpokládané produkty z provozu pohyblivé pyrolýzní jednotky a jejich využití:

1. technické uhlovodíky : Budou hlavním produktem takového to recyklačního provozu. Část jich bude spotřebována lodními motory a zbytek bude shromažďován v nádržích pro přímý prodej z lodě jiným lodím, nebo na pevninu.
2. Technický uhlík : bude shromažďován v podpalubí a následně prodáván do chemického průmyslu.
3. Kord z pneumatik : bude ukládán v podpalubí a následně prodáván do hutí.
4. Pyrolýzní plyn : bude částečně využíván pro samotný provoz pyrolýzní jednotky a přebytečný plyn bude okamžitě spalován za účelem výroby elektrické energie. Tato energie se částečně využije pro: samotný provoz pyrolýzní jednotky a zbytek energie pro napájení přídatných elektromotorů pohánějících lodní šrouby.
5. Zbytkové teplo : je využito částečně pro vytápění lodi a zbytek je vypouštěn do ovzduší.

Velká výhoda tohoto způsobu instalace je ve zlevnění a zkrácení dopravních přepravních vzdáleností jak u svozu odpadních pneumatik, tak i u odvozu vyseparovaného uhlíku, kordu a uhlovodíků. Jelikož jsou u nás všechny technické provozy stavěné poblíž řek zkracují se tímto tyto vzdálenosti na nezbytné minimum.

Hlavním problémem v realizaci takového projektu u nás není legislativní, (provoz pyrolýzní jednotky je maximálně ekologický) ale v současnosti zcela zrušené plavbě labské včetně přístavišť, bez kterých nelze tento způsob provozovat. Již léta plánované zkvalitnění a prodloužení splavnění Labe po svém provedení snad umožní i realizaci takového to projektu.

5.9. Návrh řešení zpracování plastového odpadu pomocí metody Microwave technologies

Navrhované řešení zpracování plastového odpadu pomocí Microwave technologies je v mnohém podobné pyrolyznímu zpracování. Vstupní i výstupní materiál a produkty ze zařízení jsou v podstatě shodné, jen je rozdíl ve způsobu extrakce jednotlivých složek. Technologie je založena na využití pečlivě vyladěných mikrovln (viz obr. č. 5-2).

Hlavním rozdílem je kapacita kterou je možno v těchto zařízeních recyklovat. Maximální možná současná kapacita je dvacet tun za hodinu. Tuto technologii navrhuji pro použití v případě vyřešení recyklace plastů vyprodukovaných činností vlastní demontážní a třídící linkou a po doplnění svozovým plastem z regionu Pardubicka.

Předpokládaný objem vlastní činností vy separovaných plastů za rok činí:

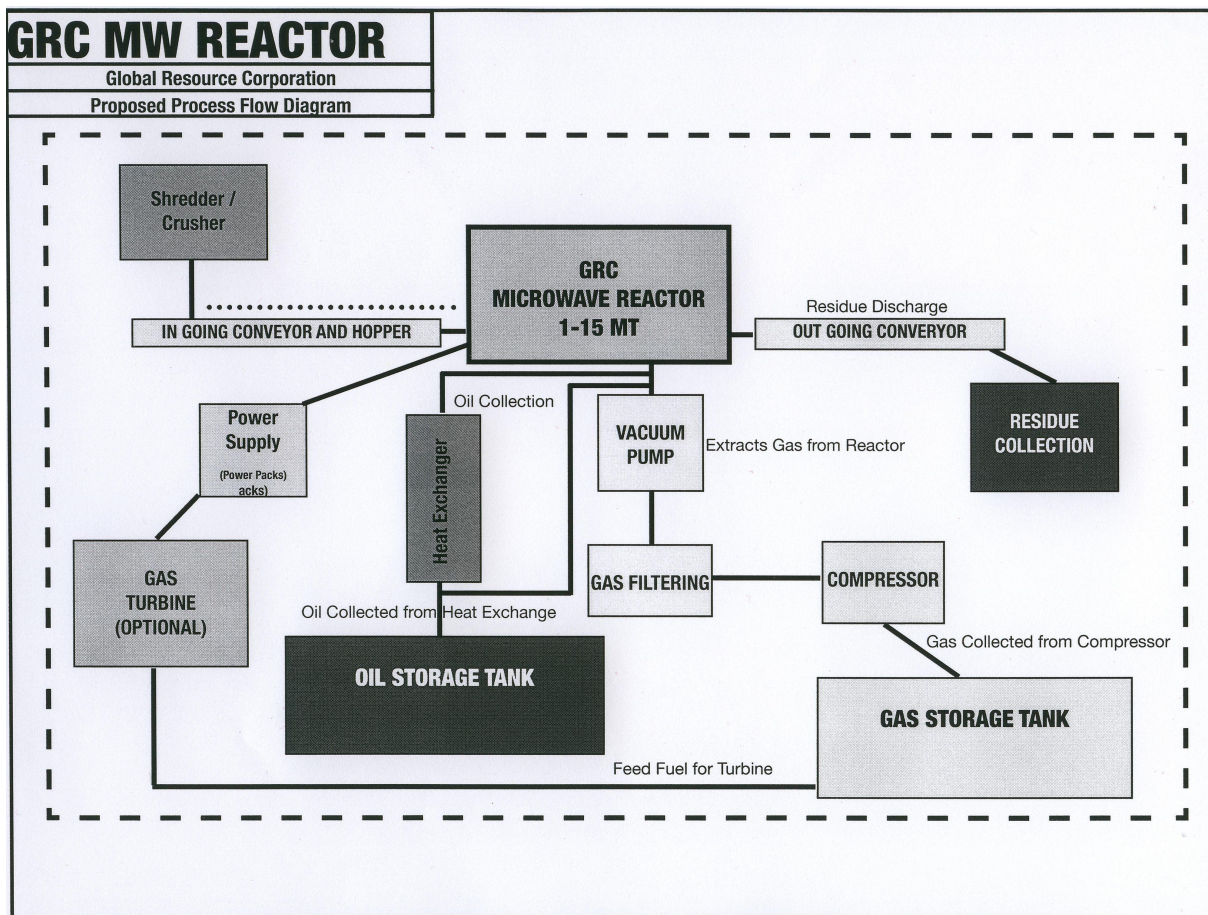
- 300 tun pneumatik
- 600 tun plastů

Celkový předpokládaný objem recyklovaných vlastních plastů je : 900 tun / rok

Se svozovým plastem je předpoklad množství ročně recyklovaných plastů cca 5000 tun.

Nejvýkonnější jeden Microwave technologies provoz je schopen zpracovat za hodinu 20 tun materiálu což činí asi 40 tisíc tun za rok. Pro pokrytí recyklace celkového předpokládaného množství plastů navrhuji instalaci systému „Hawk-5“ s kapacitou 5 tun / hodinu, (což činí za rok při osmi hodinovém denním provozu 10 tisíc tun plastového odpadu) přímo v areálu firmy spolu s výkonným drtičem a velkokapacitním zásobníkem o kapacitě 40 tun na rozdrčené plasty určené pro jednu denní recyklační dávku. Dále pak jednu 30 tisíci litrovou nádrž na získané palivo a zásobník na sytký materiál o obsahu 20 tun k uskladnění technického uhlíku.

Zařízení vyžaduje minimální počet pracovníků zabezpečujících pouze kontrolu procesu, drcení a přípravu dodávky materiálu do zařízení. Provoz může být zcela automatizován [24].



Obr. 5-2 Funkční schéma Microwave technologies

Z takto recyklovaného plastu dostaneme jako výsledný produkt:

1. cca 2.300.000 litrů dieselového paliva určeného k prodeji v celkové ceně 60 mil. Kč
2. cca 200 tun oceli v celkové ceně 1 mil. Kč
3. cca 680 tun technického uhlíku v celkové ceně 8 mil. Kč
4. cca 280 tisíc m³ vysoce hořlavého plynu, který bude okamžitě spotřebován pro výrobu elektrické energie potřebné pro vlastní provoz a provoz demontážní linky.
5. odpadní teplo bude využito pomocí výměňkové stanice k vytápění celého areálu firmy. V případě nadměrného stálého přebytku tepelné energie je možnost provádět dálkové vytápění sousedících firem.

Celkový roční zisk pouze na vlastní kapacitou vyprodukovaných plastech činí cca 69 mil Kč před odečtením nákladů.

Provoz je však energeticky zcela soběstačný (celková spotřeba činí pouze 30 kW) a náklady tvoří jen mzdy obsluhy a odpisy investic do technologie. Velkou výhodou systému vidím ve velké výkonové rezervě a i v bezproblémové možnosti navýšení výkonu doinstalováním dalších recyklačních jednotek.

5.9.1. Návrh instalace pohyblivé recyklace pomocí metody Microwave technologies

Tato technologie má velmi malé prostorové a energetické nároky a pro to stejně jako u pyrolýzní technologie navrhuji doplnit základní stacionární jednotku o pohyblivou recyklační linku, tentokrát však zabudovanou na plošinu návěsu kamionu. Výhodou je, že tento typ instalace dané technologie již dodavatelská firma sama produkuje jako celek i s vozidlem pod názvem „GLOBAL MOBILE MICROWAVE PROCESS SYSTÉM“ a není třeba zdlouhavé výstavby (viz obr.č. 5-3)

Pro pokrytí regionu Pardubicka bych navrhoval pořízení pojízdné recyklační soupravy o výkonu 10 tun recyklovaných plastů za hodinu a postupným vytvořením

grafikonu tras a míst vhodných pro recyklaci přímo v terénu. Výhodná poloha Pardubicka ve středu republiky umožňuje takto pokrýt svou činností její velkou část.

Souprava se skládá z několika vozidel pracujících ve zcela autonomním režimu bez potřeby vnějších energetických zdrojů.

Pro samotnou činnost soupravy by se na trasách vytvořila síť sběrných míst odpadních plastů s dostatečně velkou plochou (přibližně 400 m² o rozměrech 20 x 20 m) potřebnou k rozvinutí a práci technologie.

Nevýhody pohyblivého systému:

- množství doprovodných vozidel,
- vyšší pořizovací náklady
- nemožnost nepřetržitého provozu.

Jedna taková to souprava je schopna ročně recyklovat a vyprodukovat při recyklaci při osmi hodinovém denním provozu maximálně :

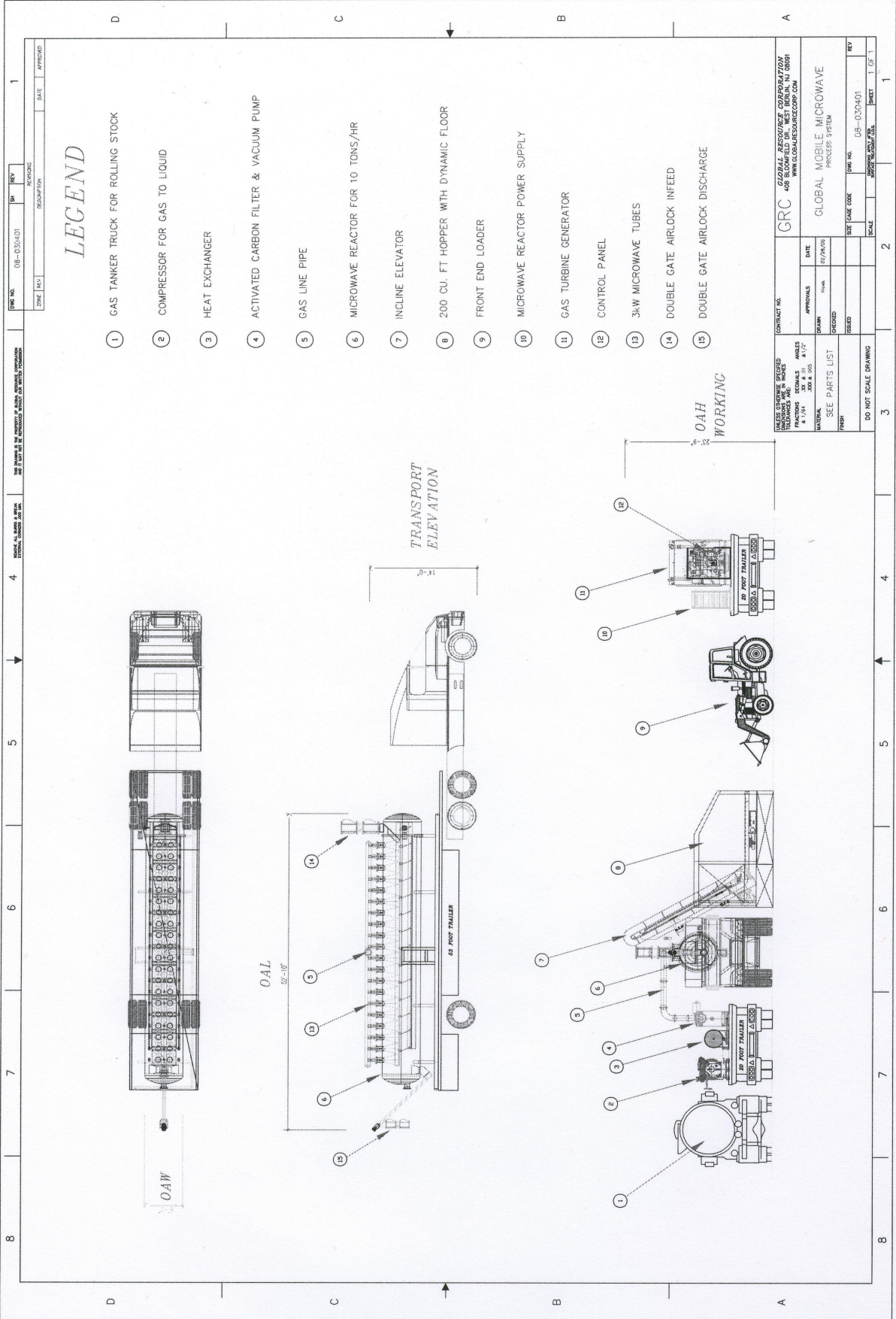
- recykluje za rok 20 tisíc tun odpadních plastů
- cca 9 mil. Litrů dieselového paliva v celkové hodnotě 270 mil. Kč
- cca 2 mil tun oceli v celkové hodnotě 10 mil. Kč
- cca 2700 tun tun technického uhlíku v celkové ceně 32 mil. Kč

5.10. Celkové posouzení návrhů

Z předběžných výpočtů výnosů z jednotlivých navrhovaných recyklačních technologií je patrné, že v zatracovaných odpadních plastech se skrývají netušené možnosti zisků.

Obě navrhované technologie vykazují skoro stejné ekonomické výsledky. Pyrolýzní technologie je u nás již zavedená a vyzkoušená v provozu. Druhá technologie je zcela nová a u nás nevyzkoušená. Má vyšší výkon a komplexnější způsoby dodávek. K praktické realizaci bych doporučil Microwave technologii

z důvodu lepší koncepčnosti, komplexnější dodávky, velkého přebytku výkonu a její budoucí velké perspektivy.



LEGEND

- ① GAS TANKER FOR ROLLING STOCK
- ② COMPRESSOR FOR GAS TO LIQUID
- ③ HEAT EXCHANGER
- ④ ACTIVATED CARBON FILTER & VACUUM PUMP
- ⑤ GAS LINE PIPE
- ⑥ MICROWAVE REACTOR FOR 10 TONS/HR
- ⑦ INCLINE ELEVATOR
- ⑧ 200 CU. FT HOPPER WITH DYNAMIC FLOOR
- ⑨ FRONT END LOADER
- ⑩ MICROWAVE REACTOR POWER SUPPLY
- ⑪ GAS TURBINE GENERATOR
- ⑫ CONTROL PANEL
- ⑬ 3KW MICROWAVE TUBES
- ⑭ DOUBLE GATE AIRLOCK INFEED
- ⑮ DOUBLE GATE AIRLOCK DISCHARGE

DATE	REV	BY	REVISION
DATE	REV	BY	REVISION

CONTRACT NO. GRC		GLOBAL ASSOCIATE CORPORATION 408 BLOOMFIELD DR., WEST BERN, NJ 08091 WWW.GLOBALMICROWAVE.COM	
DATE	APPROVALS	DATE	APPROVALS
DESIGNED BY: 		DRAWN BY: 	
CHECKED BY: 		SCALE: 	
PROJECT: 		DWG. NO.: 08-030401	
DO NOT SCALE DRAWING		SHEET 1 OF 1	

6. ZÁVĚR

Automobilový průmysl je odvětví ve kterém probíhají neustálé změny prostřednictvím zavádění nových technologií, nových high-tech výrobků, nových možností služeb apod. Inovace jsou hybnou silou průmyslových firem se zaměřením na elektroniku, software, bezpečnostní prvky automobilů, zvyšování komfortu, nové materiály, nové technologie a mnohé nové výrobní inovace. Jedním z progresivních odvětví v automobilovém průmyslu je zvýšení použití plastů, kde některé experimentální projekty byly zaměřeny na výrobu kompletně plastového vozidla.

Technické a ekonomické požadavky na plastové konstrukční materiály pro strojírenství stále rostou, a to v závislosti na snižování hmotnosti, energetické náročnosti, zvyšování korozní odolnosti vývoji strojírenských zařízení s větší životností, bezpečností, většími nároky na funkční vlastnosti a potřeby takové kombinace vlastností, které nelze za pomoci kovů dosáhnout. Zároveň je nutno vyhovět požadavkům na levnější výrobu, provoz, údržbu a opravy. Významným faktorem je splnění ekologických předpisů a zajištění recyklace

Příkladem důvěry v technické vlastnosti plastů může být výroba letadel, kde se plasty na bázi kompozitů již používají při výrobě celého nosného draku letadel a náběhových hran křídel. Nelze též opomenout již vyzkoušenou výrobu plastových disků kol a celo plastových bezdušových kol pro osobní automobily. Oba tyto typy kol přinášejí výraznou úsporu hmotnosti, jízdního komfortu, ekonomičnosti jízdy a v brzké budoucnosti jistě najdou své místo na trhu.

Pohonné hmoty do automobilů jako i plasty mají svůj původ hluboko pod zemským povrchem a jejich celosvětové zásoby se stále více ztenčují. Z tohoto důvodu se již mnoho let řeší problém jak tyto pohonné hmoty nahradit jinými. Z toho stejného důvodu a z požadavku ideální 100% recyklovatelnosti je zapotřebí včas hledat nové možnosti nahrazení plastů vázaných na ropu. Velkou budoucnost náhrady současných plastů a jejich následné recyklace je též třeba spatřovat v masovém zavedení bio-plastů do automobilové výroby. Maximální recyklovatelnost Bio-plastů jejichž základní surovinou je škrob dává tomuto produktu velkou budoucnost. Zatím je však tato výroba dražší než výroba plastů na olejovém základě.

Zadaným tématem mé diplomové práce bylo nalezení nových možností recyklace plastového odpadu z autovraků s vytvořením návrhu jejich třídění a navržení nových možností recyklace plastového odpadu z autovraků. Toto téma považuji za společensko ekonomicky velmi přínosné a do budoucna stále více aktuální.

V práci jsem na základě studia odborné literatury, časopisů a informací z internetu vypracoval analýzu v současnosti u nás používaných metod třídění a recyklací plastů na základě nichž jsem zpracoval (v závislosti na předpokládaných typech recyklovaných vozidel) návrhy dvou progresivních systémů třídění plastů (včetně návrhu demontážní linky autovraků) a čtyř provozů na komplexní recyklaci všech autoplastů.

Došel jsem ke konstatování, že si lze jen těžko automobilový průmysl v budoucnosti představit bez dalšího nárůstu použití plastů při výrobě vozidel. V praxi jsou však z důvodu razantního vývoje plastů a metod jejich použití při konstrukci vozidel v budoucnosti nutné nové výkonné technologie separace a recyklace na vysoké chemicko technologické úrovni které taktéž přináší do budoucna stále vyšší nároky na úroveň firem zabývajících se recyklací autoplastů. Vysokou úspěšnost jejich recyklace vidím do budoucna ve zkvalitnění označování typů plastů výrobcí (s plnou automatizací čtení typových označení plastů) a zvyšování množství zaváděných bio-plastů do výroby autoplastů.

Za první a největší nedostatek v problematice recyklace autovraků v našich podmínkách považuji legislativní rámec zabezpečení této činnosti v závislosti na budoucnosti jejího financování. Věřím však, že se tento vše určující nedostatek podaří v nejbližší době zákonodárci sesouhlasit s rozvinutými západními legislativami a ekologicko-ekonomický přístup k dané problematice nabude praktických rozměrů.

Seznam obrázků

č.obr.	Název obrázku	strana
2 -1	Základní klasifikace polymerů z hlediska jejich chování za běžné a zvýšené teploty	11
4 - 1	Big-bag	43
4 - 2	Návrh demontážní linky	50
5 - 1	Pyrolýzní jednotka	65
5 -2	Funkční schéma Microwave technologies	70
5 - 3	Global mobile microwawe proces system	73

Seznam tabulek

č. tab.	Název tabulky	strana
2.1	Typy a hmotnost plastů v evropském automobilu střední třídy	18
2.2	Přehled nejčastěji používaných autoplastů, jejich označení, užití a vlastnosti	19
2.3	Výhřevnost různých paliv	27
4.1	Návrh třídících skupin	41

Seznam použité literatury

- [1] Usnesení vlády ČR č. 235/2004 Sb., o Státní politice životního prostředí České republiky. Sbírka zákonů ČR
- [2] BOŽEK, F.- URBAN, R. – ZEMÁNEK, Z.: Recyklace. 1. vyd. Vyškov: Moravia Tisk, 2003, 238 s.
- [3] LAPČÍK, V.: Recyklace vyřazených automobilů, VŠB - TU Ostrava, 1999, 194 s.
- [4] TUŠIL P., KOŘÍNEK R.: LCA technologií recyklace pneumatik VÚV T.G.M Praha, 2001, 230 s.
- [5] SISOL M.: Separácia plastového odpadu TU Košice 2002, 321 s.
- [6] DUCHÁČEK, V.: Recyklace plastů a pryží, ÚP - VŠCHT Praha, 2001, s. 23-31.
- [7] BARTUSEK S., KOLCUN, M.: Pyrolýzní jednotka pro zpracování opotřebovaných odpadních pneumatik. Konference Recyklace odpadů VIII. VŠB -TU Ostrava, říjen 2004.
- [8] OULEHLA, J.: Materiály v elektrotechnice a elektronice, VA Brno, 1999, 488 s.
- [9] STEIDL, J.: Moderní termoplasty. Technik, ISSN, Praha, 2001, roč.9, č.7-8, 17-18.
- [10] BOUCHAL, T.- ZÁVADA, J.: Nakládání s autovraky, VŠB – TU, Ostrava, 2004, 260 s.
- [11] ŠIKL, J.: RIM technologie pro výrobu plastových výrobků. MM Průmyslové spektrum, ISSN, Praha, 2004, roč.8, č.1,2, s. 18-19.
- [12] TOMIS, F.: Fluorplasty. Plasty a kaučuk, ISSN, Zlín, 2003, roč.40, č.3, s. 74-76.
- [13] MÁTEL, F.: Možnosť recyklácie u autovrakov – Inovácia plastov, In. Odpady, ECONOMIA a.s., Praha, 2001, č.6, s. 22-23.
- [14] JARMILA Š.: Budoucnost je v recyklaci, In. Odpady, ECONOMIA a.s., , Praha, 2001, č.4, s. 4-5.
- [15] SÝKORA, F.: Pyrolýza pro netříděný odpad, In. Odpady, ECONOMIA a.s., Praha, 2001, č.10, s. 22-23.
- [16] BAHÝL', J. - RYBÁŘOVÁ, L.: Nakládání s autovraky. České právo životního prostředí. 2005, no. 2, p. 19-46.
- [17] Budoucnost je v recyklaci, *Odpady*, 2001, 3, s 7
- [18] Plasty ve vysoké peci, *Odpady*, 2001, 4, s 20

[19] Možnost recyklace u automobilů, *Odpady*, 2001, 6, s 22

[20] www.ruml-autovraky.cz

[21] www.plastnet.cz

[22] www.sza.cz

[23] <http://odpadysevis.ihned.cz>

[24] www.carbonrecovery.com

[25] www.isva.cz

[26] www.enviweb.cz

[27] www.env.cz

[28] www.micr.cz/statistiky/crv.html

Příloha č. 1

Příloha č. 1 Podmínky maximální recyklovatelnosti automobilů

Kroky nutné pro zajištění maximální recyklovatelnosti výrobků je nezbytné provádět za úzké spolupráce výrobců automobilů a jejich subdodavatelů při

respektování co možná největší ekonomické efektivity a návratnosti vložených investic.

V první řadě se jedná o zohlednění požadavků na recyklaci již při konstrukci jednotlivých dílů i celých kompletů. Značný efekt při dalším zpracování může přinést úsilí o snížení sortimentu používaných materiálů a jejich náhrada recyklovatelnými typy. Jako příklad je možno uvést zkoušky nahrazení pryže termoplasty, sjednocování typů plastů a vyloučení austenitických ocelí z konstrukce. Další úspory při demontáži přináší zavedení vhodných metod spojování dílů, které umožňují jednoduchou demontáž. Zde se nabízí celá paleta možností především u plastových dílů. Další neméně důležitý předpoklad pro zjednodušení třídění po demontáži představuje značení plastových dílů vhodnou obecně platnou značkou. Tato identifikace materiálů je řešena doporučením VDA 260, ve kterém jsou shrnuty jednotlivé předpisy značení materiálů podle národních norem (např. DIN 7728, ISO 1043, ISO 1629 apod.).

Převzetí vozu k recyklaci od posledního majitele předpokládá vytvoření sběrné sítě starých automobilů a zpracovatelských podniků, které budou mít zvládnutý systém demontáže jednotlivých značek (udělení licence výrobce) a budou splňovat ekologické požadavky na zpracování šrotu. To vyžaduje vypracovat u výrobce automobilu vzorový návod pro demontáž a recyklaci a doporučení na následné zpracování tříděného materiálu.

Dále z legislativní úpravy řešící hospodaření s odpady, vyplývá nejen povinnost výrobce odstranit vlastní výrobek po vyčerpání jeho životnosti, ale i povinnost majitele odstranit použitý vůz. To může být např. řešeno jeho předáním oprávněnému (licencovanému) zpracovateli, který vystaví doklad o převzetí vozu, na jehož základě by bylo možno vůz odhlásit z provozu [3].

Příloha č. 2

Příloha č. 2 Legislativa pro oblast odpadů

Zákon o odpadech má dvě základní prováděcí vyhlášky vydané Ministerstvem životního prostředí ČR. Jedná se o vyhlášku č. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady, která byla naposledy novelizována vyhláškou č. 353/2005 Sb. Vyhláška udává obecné požadavky nutné k provozu zařízení na zpracování autovraků a dále specifikuje některé povinnosti vyplývající pro zařízení ke sběru autovraků a pro zařízení ke zpracování autovraků včetně postupů při demontáži a dalším zpracování autovraků. Vyhláška obsahuje přílohy se vzory pro Potvrzení o převzetí autovraků do zařízení ke sběru autovraků a vzory hlášení, která mají provozovatelé zařízení za povinnost předávat příslušným správním úřadům. Je zde uvedena příloha, která podrobně popisuje technické požadavky při nakládání a skladování autovraků (prostory k jejich přejímce, demontáži, skladování, konkrétní postupy při vypouštění provozních kapalin, demontáži aj.)

Dále se jedná o vyhlášku č. 381/2001 Sb., kterou se stanoví Katalog odpadů a Seznam nebezpečných odpadů, s její poslední novelizací vyhláškou č. 503/2004 Sb. V tomto předpisu jsou mimo jiné určeny jednotlivé druhy a kategorie odpadů, které vznikají při nakládání s autovraky. Odpady vznikající při nakládání s autovraky jsou dle současného katalogu zařazeny pod skupinou 16 01.

Legislativní zásady pro nakládání s autovraky jsou promítnuty rovněž do Plánu odpadového hospodářství ČR, jakožto strategického dokumentu pro nakládání s odpady v ČR. Republikový plán byl postupně implementován do plánů odpadových hospodářství všech krajů ČR. Pro dosažení jednotlivých cílů stanovených pro nakládání s autovraky byl zpracován Realizační program České republiky pro nakládání s autovraky.

Dalším zákonem, který se týká provozu vozidel a jejich vyřazení z registrů vozidel (potencionální vznik autovraku), je zákon č. 56/2001 Sb., o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích, který stanovuje pravomoci obcí při rozhodování o trvalém vyřazení motorového nebo přípojného vozidla z registru vozidel. Pro základní přehled jsou dále uvedeny základní povinnosti jednotlivých

Příloha č. 2

účastníků systému nakládání s autovraky v ČR, které vyplývají ze současně platné legislativy [1].

Situace v odvětví ekologické likvidace autovraků a financování vlastního procesu zpracování autovraků

Zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů uvádí v §37a, odst. 1 písmena a), že výrobce nebo akreditovaný zástupce je povinen „zajistit na vlastní náklady sběr, zpracování, využití a odstranění vybraných autovraků s účinností ke dni účinnosti tohoto zákona pro nová vybraná vozidla uvedená na trh v České republice ode dne 1. července 2002 a dnem 1. ledna 2007 pro nová vybraná vozidla uvedená na trh v České republice před dnem 1. července 2002“. Ze zmíněného textu vůbec nevyplývá, jakým způsobem má jednotlivý výrobce či akreditovaný zástupce výše uvedené náklady hradit, čili zákon ponechává těmto subjektům volnou ruku při plnění stanovené povinnosti. Tyto subjekty pak logicky postupují cestou nejmenších nákladů a jsou schopny díky své ekonomické síle, která je v porovnání s ekonomickou silou 99% jednotlivých zpracovatelů skutečně gigantická, nastavit systém tak, že k úhradě nákladů za likvidované vozy formou plateb za vykázany počet sebraných a zpracovaných vůbec nedochází. Obě skupiny subjektů bezezbytku využily své pozice, aby při sjednávání smluvních vztahů vedoucích ke splnění jejich povinností zapůsobily na zpracovatele (a zde hovoříme o málo početné skupince „vyvolených“ zpracovatelů), vědomy si toho, že každý jeden zpracovatel je tlačěn příslušným krajským úřadem, pod hrozbou odebrání oprávnění ke sběru příp. zpracování autovraků, k uzavření smlouvy s výrobcem či akreditovaným zástupcem (jak mu ukládá zákon o odpadech v §37, odst. 7, písm. c) a hlavním přínosem těchto smluvních vztahů mezi zpracovateli a subjekty na straně druhé se tak stala samotná existence této smlouvy.

Výrobci a akreditovaní zástupci mají tímto s minimálními náklady splněnou svoji zákonnou povinnost a zpracovatel, který investoval do zařízení provozovny, má teoretickou naději, že peníze vložené do podnikání ještě někdy uvidí. Bylo by nekorektní na tomto místě nezmínit skutečnost, že např. Škoda Auto, a.s. (a podobně jsou na tom pravděpodobně i ostatní výrobci a akreditovaní zástupci

působící v ČR) vyvíjí konkrétní činnosti směřující ke zviditelnění svých smluvních partnerů, kteří

Příloha č. 2

zajišťují sběr a zpracování autovraků této značky a poskytuje jim určitou formu poradenství týkající se oboru. Ani toto však nemůže vykompenzovat skutečnou úhradu nákladů či příspěvek na úhradu nákladů sběru a zpracování autovraků, protože tato situace, ve které momentálně systém sběru a zpracování autovraků je, je v podstatě dlouhodobě neudržitelná. Je však třeba si všimnout, že v oblasti sběru a zpracování elektroodpadu je např. k ceně nové chladničky připočítán při nákupu nového výrobku povinně splatný recyklační poplatek ve výši 420,- Kč vč. DPH (viz zákon o odpadech ve znění novely 7/2005 Sb.).

Tentýž zákon dále uvádí v §37b, písmena c), že provozovatel zařízení ke sběru autovraků je povinen *„bezúplatně převzít vybrané autovraky z vozidel poprvé uvedených na trh po dni 1. července 2002, pokud obsahují nutné části vozidla, zejména hnací a převodové agregáty, karosérii, katalyzátor dle homologace, nárazníky a pokud neobsahují části neschválené výrobcem a odpad nemající původ ve vybraném vozidle; pro vybrané autovraky z vozidel uvedených na trh před dnem 1. července 2002 platí tato povinnost ode dne 1. ledna 2007“* Ve svém důsledku tento paragraf znamená (v součinnosti s předchozím odstavcem tohoto dokumentu), že provozovatel sběrného místa či zpracovatel musí službu poskytovanou občanovi dělat zdarma a to včetně vystavení potvrzení o převzetí autovraku (viz písmeno d) téhož paragrafu).

Za účelem financování sběru a likvidace autovraků a umožnění bezplatného předání autovraků k ekologické likvidaci zavádí zákon o odpadech v §37e, odst. 1 následující poplatky: *„Akreditovaní dovozci a individuální dovozci jsou povinni zaplatit za dovážená použitá vybraná vozidla poplatek na podporu sběru, zpracování, využití a odstranění vybraných autovraků ve výši 5 000 Kč. Prokáže-li akreditovaný dovozce nebo individuální dovozce, že dovážené použité vybrané vozidlo splňuje technické podmínky pro emisní limity ve výfukových plynech, které jsou v souladu s platnými předpisy Evropského společenství³¹⁹⁾ vyžadovány pro výrobu stejné kategorie nového vozidla, je od placení tohoto poplatku osvobozen. Stupeň plnění emisní*

úrovně se zjišťuje na základě technického protokolu o emisním testu dle emisních předpisů EHK vydaného oprávněnou zkušebnou.“ Tato věta však neříká nic jiného,

Příloha č. 2

než že zákon zavádí poplatek za znečišťování výfukovými plyny pro použité dovážené automobily, které nesplňují určitou emisní normu.

Neřeší tedy naprosto fakt, že z každého dovezeného použitého, byť v současnosti „méně kouřícího“, automobilu bude jednou autovrak, který bude potřeba ekologicky zlikvidovat a naplnit tak požadované kvóty recyklace vybraných autovraků dle §37, odst. 7, písm. b).

- Neřeší, že každý byť supermoderní automobil obsahuje určitou část materiálů, které nejsme prozatím schopni recyklovat a kterou tedy musíme uložit na skládku a za toto uložení platit.

- Neřeší problematiku poplatků nových aut vyrobených na území ČR a uvedených zde do provozu stejně tak jako neřeší problematiku poplatků za nová do ČR dovezená a zde k provozu přihlášená auta.

Výše uvedený text znamená pro zpracovatele autovraků, že nemusí dostat za svoji práci žádnou odměnu od osoby, která přiveze automobil k likvidaci, pokud tento automobil bude splňovat podmínky pro bezplatný odběr. Znamená zároveň to, že nemusí za likvidaci dostat ani příspěvek ze Státního fondu životního prostředí, neboť tento účet fondu vztahující se k autovrakům je stále zcela prázdný. Celý systém zpracování autovraků tak v podstatě zůstává závislý na financování z výstupů po zpracování autovraku:

- tzn. opětovný prodej užitků (přes 90% všech likvidovaných automobilů současnosti tvoří staré Škody 120, 105 apod., ze kterých jsou užitky v podstatě neprodejné).

- materiálové využití demontovaných dílů autovraku spočívající v předání převážně kovových částí k dalšímu zpracování. Výše těchto tržeb pro zpracovatele je však závislá na tržních cenách těchto materiálů [25].

Zařízení ke sběru autovraků

Technické požadavky na tato zařízení jsou dány vyhláškou 383/2001 Sb. ve znění pozdějších předpisů. Při podrobnějším prozkoumání §4, §18 a 1. bodu

Příloha č. 2

přílohy č.18 této vyhlášky jsou patrné přísné bezpečnostní požadavky na technické zabezpečení sběrných míst. Zároveň s vyhláškou hovoří o zařízeních ke sběru autovraků i zákon o odpadech č. 185/2001 Sb. a např. v odst. 7, písm. a) ukládá „zavést systém sběru vybraných autovraků a jejich částí s přiměřenou hustotou sběrných míst“.

Naproti tomu zákon ani vyhláška nikde neřeší způsob financování těchto sběrných míst. Ta se tak stávají naprosto neufinancovatelná vzhledem k podmínkách jejich provozu:

- náklady na mzdu pracovníka, který vydává potvrzení o převzetí autovraků, včetně odvodů,
- náklady na splnění technických požadavků na tato místa,
- náklady na energie,
- náklady na reklamu – zviditelnění oproti ostatním zpracovatelům (počet povolení ke zpracování autovraků není omezen a je tedy dán pouze konkurenčním prostředím),
- nájem či pořízení prostor, ve kterých bude podnikat,
- pořizovací a obnovovací náklady na nutné vybavení pracoviště,
- vysoké počáteční investice plynoucí do zabezpečení ploch z hlediska požadavků životního prostředí,
- náklady na uskladnění nerecyklovatelných materiálů na skládce a v neposlední řadě i svůj zisk.

S těmito náklady souvisí i text paragrafu zákona č. 185/2001 Sb., který je již uveden v druhém odstavci tohoto dokumentu a který ruší poplatky za sběr autovraků, pokud obsahují podstatné části uvedené v tomto paragrafu [25].

Příloha č. 2

Neregistrovaná vozidla

Problematika neregistrovaných vozidel představuje v ČR jeden z dalších významných problémů. Pod pojmem neregistrovaný automobil rozumíme automobil dovezený na náhradní díly či na přestavbu existujícího vozu, který není zaveden v registru silničních vozidel. Vlivem nedostatečné legislativy a jejího prosazování dochází v současnosti k situaci, kdy s částmi z autovraků obchodují i výkupny kovového odpadu a autovraky se pak nedostávají do zařízení primárně určených k jejich ekologické likvidaci, která byla zřízena za nemalé finanční náklady právě k tomuto účelu. Technicky totiž není problém automobil dovezený ze zahraničí na náhradní díly zbavit kapalin a neobchodovatelných částí na louce a zbytek prodat na náhradní díly do autoservisů či jako kovy do sběren kovového odpadu. Vozidlo nebylo totiž nikdy registrováno k provozu na pozemních komunikacích a tedy jeho vlastník nepotřebuje dokládat potvrzení o předání autovraku autorizovanému zpracovateli autovraků. Tento naznačený postup je samozřejmě v rozporu s platnou legislativou neboť autovrak je veden jako nebezpečný odpad, a to až do doby, než jej autorizované vrakoviště zpracuje a roztřídí na jednotlivé části, ze kterých je již následně označeno kódem Nebezpečný odpad jen necelé procento z hmotnosti celého vraku. Samozřejmě že veškerý zisk z těchto nelegálních operací nepodléhá přiznání k dani z příjmu a trápí tím pádem nejen příroda a zpracovatelé autovraků, ale i stát jako takový.

Právě neregistrovaných automobilů – čili dovezených na náhradní díly či na přestavbu – se pohybují na území ČR statisíce. Vozidlo určené na přestavbu se doveze, provede se přestavba či pouhé přehození registrační značky z původního

vozidla na vozidlo přivezené (stejného typu) a „nové“ přestavěné vozidlo je poté registrováno do provozu pod registrační značkou původního. Nikdo se však nezajímá, co se stalo s vyjmutými díly vozidla, které byly nahrazeny dovezenými či dokonce co se stalo s celým původním vozidlem. Toto už de iure neexistuje, neboť na jeho registrační značce již jezdí jiné vozidlo, zatímco de facto toto vozidlo stále existuje. U těchto vozidel či jejich částí pak dochází ke stejnému postupu, jako v druhé větě předcházejícího odstavce a stejně tak je poškozováno životní prostředí, legální zpracovatelé autovraků i stát [25].

Příloha č. 2

Nelegální zpracovatelé autovraků

Dalším podstatným problémem odvětví zpracování autovraků je existence „černých“ vrakovišť. Přestože jsou u těchto subjektů očividně skladována vozidla, pro která se jiný popis než autovrak nehodí, zůstávají tyto bez jakýchkoliv sankcí ze stran krajských úřadů a odborů životního prostředí ORP, přestože na jejich pozemcích evidentně dochází jak k porušování zákona o odpadech č. 185/2001 Sb., tak i vyhlášky 383/2001 Sb. Nemají totiž plochy předepsané pro zařízení tohoto typu, které by zajišťovaly skladování vozidel s nutnou ochranou životního prostředí proti z vozidel unikajícím látkám, ale také manipulace s vlastními vozidly nenaplnuje text vyhlášky upravující způsob demontáže autovraků [25].

Dočasné vyřazení vozidla z registru silničních vozidel

Zákon 56/2001 Sb. novelizovaný zákonem 226/2006 Sb. nově od poloviny roku 2006 stanovuje, že maximální doba pro dočasné vyřazení vozidla z provozu (umístění do tzv. depozita) je 12 měsíců s tím, že tuto dobu je možné ještě prodloužit o dalších 6 měsíců.

V současné době jsou takto v ČR vyřazeny desetitisíce automobilů, jejichž naprostá většina však v konečném důsledku v fyzicky vůbec neexistuje. Jejich majitelé je totiž dočasně vyřadili v době, kdy doba uložení do depozita nebyla zákonem omezena, automobil tak mohli jeho majitelé prodat na náhradní díly či jako klasický železný šrot a s trvalou deregistrací vozidla si tak nedělali starosti. Nyní vyvstává otázka, jak bude tento problém řešen. Nabízí se v podstatě dvojí řešení –

bud' udělat tlustou čáru a začít znovu, nebo každého takového vlastníka vozidla pokutovat za to, že nelegálně zlikvidoval svůj automobil. Druhá varianta je jistě spravedlivější vůči ostatním vlastníkům, kteří svá vozidla předali oprávněným osobám, avšak k jejímu prosazení je zapotřebí vstřícný postoj státních orgánů [25].

Shrnutí problematiky legislativy

Z výše uvedeného textu nakonec vyplývá, že zatímco legální zpracovatelé autovraků jsou povinni důsledně dodržovat stanovené bezpečnostní předpisy a splňovat přísné technické požadavky při sběru a zpracování autovraků, autovraky

Příloha č. 2

jako zdroj jejich obživy mizí nelegálně zpracované ve sběrnách kovového odpadu a u ostatních neoprávněných osob, které si se zajištěním bezpečnosti životního prostředí při jejich zpracování hlavy nelámou. Zařízení ke zpracování autovraků však nesmí ze zákona vzít za likvidaci vybraných autovraků obsahujících podstatné náležitosti od 1. ledna 2007 žádný poplatek, a tak jediným způsobem financování drahého vybavení a prostor k podnikání je v podstatě tržní cena železa, za kterou prodá zpracovatel kovové části, které se nedají opětovně použít z ekologicky zpracovaného autovraku. I v obdobích s vysokou tržní cenou železa je však tato ekologická likvidace autovraků pouze živořící činností a až příště přijde pokles ceny železných kovů na trhu, nebude žádné východisko, kterak financovat zákonné a vyhláskové požadavky na tato zařízení včetně dalších nákladů zmíněných v textu, protože Státní fond životního prostředí je ve svém účtu autovraků zcela prázdný. Stát tedy zpracovatele nutí, aby provozovali svoji činnost bezplatně, a to bez jakékoliv podpory ze strany státu pro tyto zpracovatele [25].

Základní nedostatek shledávám v samém počátku tvorby systému recyklace autovraků. Je třeba si uvědomit kdo je vlastníkem automobilu určeného k recyklaci. Jsou to na rozdíl od nabyvatelů nových vozidel sociálně nejslabší vrstvy obyvatelstva, pro které je již jenom přeprava většinou již nepojízdného vozidla (autovraku) určeného k recyklaci, nebo placení poplatku za provedenou ekologickou recyklaci neúnosným finančním zatížením. To je také jeden z hlavních důvodů proč se na odborná pracoviště zabývající se recyklací automobilů dostává pouhá šestina

těchto vozidel a zbytek končí na různých divokých skládkách nebo pokoutných šrotištích, které provedou pouze vytěžení finančně zajímavých náhradních dílů a kovových částí. Zbýlý hlavně nebezpečný odpad ve formě plastů a náplní končí jako přírodní ekologická zátěž, jednoduše řečeno kde se dá.

Legislativa versus realita

Zatímco zákon o odpadech stanoví v ustanovení §36 definici pojmu autovrak jako každé úplné nebo neúplné motorové vozidlo, které bylo určeno k provozu na pozemních komunikacích pro přepravu osob, zvířat nebo věcí a stalo se odpadem podle §3 «zákon o podmínkách provozu vozidel na pozemních komunikacích hovoří o » vyřazení vozidla z provozu na pozemních

Příloha č. 2

komunikacích« v důsledku nesplnění podmínek pro provoz, na pozemních komunikacích. Praxe ukazuje, že definice zákona o odpadech dává zbytečně mnoho prostoru některým spekulantům, protože se jedná o souběžné splnění dvou podmínek »být vozidlo« a »stát se odpadem«. Není-li kterákoliv z těchto podmínek splněna, celý systém k nakládání s autovraky se okamžitě stává pasivní! Požadavek »každý, kdo se zbavuje autovraku, je povinen autovrak předat pouze osobám, které jsou provozovateli zařízení ke sběru, výkupu, zpracování, využívání nebo odstraňování autovraků « se dá docela jednoduše obejít. Spekulanti si totiž umí ohlídat, aby se vozidlo odpadem nikdy nestalo!

Největší problém v recyklaci autovraků pramení z legislativních novel zákona o odpadech č. 185/2001 Sb. a jeho vyhlášek, konkrétně vyhlášky č. 383/2001 Sb. Krajskými úřady bez splnění základních podmínek pro provoz takového zařízení další velký problém vidím v nerozumném povolování auto-vrakovišť .

Recyklátoři mají potíže s ekonomikou při provádění ekologické likvidace se splněním požadovaných kvót na recyklaci. Směrnice EU 53/2000 uvádí, že na ekologické likvidaci se mají podílet výrobci a dovozci automobilů. Tuto část směrnice dovozci a výrobci v naší republice nejsou ochotni akceptovat. Podle nich je tato činnost samo financovatelná, popřípadě výdělečná. Neexistuje však žádné

auto-vrakoviště, které by zřídil a provozoval některý z výrobců nebo dovozců vozidel v naší republice, a tím vytvořil zisk.

Tento problém by se přitom dal vyřešit podobně jako u elektrošrotu zavedením poplatku na recyklaci, který byl upraven zákonem, a dále se o jeho existenci nediskutuje. Automaticky je inkasován při zakoupení nového elektrozařízení. Můžeme si také vzít vzor se Slovenska. Kde je při zakoupení vozidla recyklační poplatek zahrnut v ceně vozidla. Tento požadavek však zřejmě naráží na odpor našich výrobců a dovozců automobilů, kteří co by producenti 25% celkového státního HDP mají na tvorbu podobných zákonů nemalý vliv, zatím co recyklátoři autovraků jsou až na samém konci řetězce životního cyklu automobilu s minimálním vlivem na produkci zákonů [25].

Příloha č. 3

Příloha č. 3 Historie a rozdělení makromolekulárních látek

Historický přehled použití plastů

Rozvoj technologické činnosti lidstva je úzce spjat s využitím materiálů. Velmi dlouhé období lidstva se vyznačovalo nízkým stupněm přeměny přírodních materiálů a surovin. Teprve v 19. století dosáhla metalurgie velkého rozmachu, zejména výroba oceli a nauka o praktickém použití oceli. V téže době se rozvíjela chemie a zákonitě došlo i k chemickému zpracování přírodních materiálů.

Modifikovány byly pryskyřice získávané z rostlin a i sama celulóza hlavní konstrukční složka veškerého rostlinstva. Byly tak získány materiály nových vlastností vhodné pro výrobu drobných předmětů, úpravu textilií apod. S rozvojem poznatků o elektřině se objevily elektroizolační schopnosti těchto materiálů a hromadily se empirické poznatky o možnostech jejich tváření při zvýšené teplotě, kdy jsou v plastickém stavu. Zcela na pokraji pozornosti inženýrských disciplín (s výjimkou elektrotechniky) se hromadily zkušenosti o praktickém využití nových materiálů.

Ve 20. století se formoval velký chemický průmysl, který ke svému rozvoji potřeboval intenzivní vědeckou činnost. Při této činnosti se dílem náhodně, dílem na

základě systematické práce, objevily postupy přípravy zcela nových látek z přesně definovaných organických sloučenin, jejichž vlastnosti (poddajnost, houževnatost, pevnost, elektrický odpor, chemická odolnost atd.), byly více či méně podobné vlastnostem přírodních materiálů (popř. chemicky modifikovaných). Velkou předností těchto látek byla jejich schopnost přecházet při relativně nízkých teplotách do plastického stavu, kdy k jejich tváření do definitivního tvaru je zapotřebí technicky snadno dosažitelné síly. Nahromaděná řemeslná a později inženýrská zkušenost z výroby předmětů z klasických materiálů (skla, keramiky a některých kovů) se projevila rychlým rozvojem zpracovatelské technologie nových syntetických materiálů. Zdokonalilo se zejména lisování ve vyhřívaných formách na mechanických a později hydraulických lisech, vstřikování roztaveného materiálu do chladných forem a vytlačování profilů.

Příloha č. 3

Ve dvacátých letech objevil STAUDINGER (později nositel Nobelovy ceny) makromolekulární povahu některých přírodních látek. Definoval makromolekulu jako řetězec sestavený z chemicky spojených malých molekul a položil tak základy makromolekulární chemie. Na základě poznatků bylo možno utřídit dosavadní empirické poznatky získané z přípravy a zpracování chemicky modifikovaných přírodních materiálů resp. materiálů připravených ryze chemickou cestou. Dále bylo možno soustavně postupovat při vývoji nových materiálů, jejichž struktura by vedla k požadovaným vlastnostem.

Záhy se poznalo, že syntetické makromolekulární látky určené pro výrobu předmětů denní potřeby či součástí technického charakteru jsou nejen málo pevné, avšak často i křehké, mění vlastnosti na povětrnosti a zvláště vlivem slunečního záření. Pro některé účely byly tyto materiály málo poddajné, pro jiné příliš poddajné. Požadované vlastnosti nebylo lze docílit pouze chemickým složením makromolekul, jejich velikostí či tvarem a z toho vyplývající strukturou. Využilo se proto historicky ověřených principů kombinace různých materiálů (např. spojení křehkého materiálu umožňujícího zhotovit požadovaný tvar a vláknité pevné či houževnaté složky - výztuže). Dále se využilo nových možností přidávat k makromolekulárním látkám specificky působící látky (často nízkomolekulární sloučeniny) jako změkčovadla (zvyšující v požadovaném teplotním oboru poddajnost až na úroveň kaučuků),

stabilizátory (zpomalující rozklad makromolekul vlivem dodávané světelné nebo tepelné energie), či mazadla (usnadňující převedení taveniny do požadovaného tvaru).

Chronologický přehled vývoje plastů

- 16. století - popsány vlastnosti a použití šelaku
- 17. století - popsány vlastnosti gutaperči
- 18. století - pokusy impregnovat tkaniny a obuv přírodním kaučukem
- 19. století - poznána možnost mastikace přírodního kaučuku a jeho plastikace

Příloha č. 3

- 1835 - Připraven první syntetický plast, polyvinylchlorid (PVC)
- 1839 - Ch. Goodyear objevil vulkanizaci přírodního kaučuku pomocí síry
- 1851 - N. Goodyear vyrobil tvrdou gumu-ebonit
- 1870 - patentována výroba celuloidu z nitrátu celulosy a kafru
- 1873 - zahájila továrna Celuloid Manufacturing Company výrobu hmoty s obchodním názvem odvozeným od názvu továrny „Celuloid“ kafrem měkčený nitrát celulózy .
- 1897 - vyroben v Německu materiál z kaseinu a formaldehydu
- 1907 - Američan L. H. Baekeland získal první ze 119. patentů na výrobu plastů z fenolu a aldehydu pod obchodním názvem „Bakelite“. V roce Baekelandovy smrti (1944) se ročně ve světě vyrobilo 175 000 tun fenolických pryskyřic a v roce 1974 pouze v USA 600 000 tun.
- 1918 - připravena pryskyřice z močoviny a formaldehydu
- 1925 - započala v Německu průmyslová výroba PVC pod komerčním označením „Igelit“
- 1927 - vyroben prakticky použitelný acetát celulosy
 - nehořlavý film a později vstřikovací hmota

- 1930 - v Německu vyroben polystyren a plast na bázi vinylchloridu
- 1931 - náhodně vznikl při vysokém tlaku u ICI v Anglii polyethylen; v roce 1939 zahájena u téže firmy výroba tzv. vysokotlakého (rozvětveného) polyethylenu pro elektrotechnické účely
- 1935 - W.H. Carothers (USA) vyvinul polyamidové vlákno
- Nylon (DuPont)
- 1941 - polyamid pro vstřikování

Příloha č. 3

- 1943 - firma DuPont uvedla na trh polytetrafluorethylen
- 1920-1930 - položeny vědecké základy makromolekulární chemie (Německo)
- 1935-1945 - vytvořeny základy fyziky makromolekulárních látek (SSSR a USA)
- 1950-1960 - lineární (nízkotlaký) polyethylen a stereospecifická polymerace propylenu

Rozdělení makromolekulárních látek

Makromolekulární látky (polymery) se velice často vyskytují v živé přírodě. Tvoří většinu podstaty rostlinných i živočišných těl. K makromolekulárním látkám tak patří např. bílkoviny, škrob, kaučuk, buničina a řada dalších látek. Naprostá většina potravy živočichů jsou v podstatě makromolekulární látky (kromě tuků a cukrů). Totéž platí pro textilní suroviny. Druhou skupinou makromolekulárních látek jsou látky vyrobené zcela synteticky. Nazýváme je obecně polymery které vznikají: polymerací, polyadící, nebo polykondenzací.

Zařazujeme sem i obměněné látky přírodní. Jsou to četné deriváty celulosy (buničiny), např. nitrát, acetát, butyrát, methylcelulosa, chlorkaučuk, galalit aj. Ve všech případech se využívá přírodou vytvořená uhlíkatá kostra, přičemž vlastnosti materiálu se převážně chemicky obměňují tak, aby výsledný materiál vyhověl požadavkům, které na něj klademe. V poslední době význam těchto látek postupně klesá, aspoň pokud se týká termoplastů z této skupiny. Je to způsobeno jednak

prudkým nárůstem výroby plastů zcela syntetických a konečně i faktem, že přírodou vytvořené makromolekulární látky mívají poněkud kolísající vlastnosti způsobené nekonstantními podmínkami jejich vzniku, což v důsledcích ovlivňuje i vlastnosti derivátů [8].

Rozdělení dle působení teploty

Plastické hmoty je možné rozdělovat podle různých klasifikačních hledisek. Tradičně se plastické hmoty dělí podle chování za zvýšené teploty na termoplasty a

Příloha č. 3

reaktoplasty (termosety). Podle následků mechanického zatěžování na elastomery a plastomery.

Termoplasty jsou plastické hmoty, které působením tepla měknou a lze je opakovaně roztavit a ochlazením převést zpět do tuhého stavu.

Reaktoplasty jsou plastické hmoty, které zahříváním (nebo účinkem záření či působením katalyzátoru) nevratně přecházejí do stavu, ve kterém se používají. Nelze je rozpustit ani natavit další zvyšování teploty vede k teplotnímu rozkladu plastu.

Elastomery se při zatěžování deformují tak, že po odlehčení zatížení se rychle vrací do původního tvaru s původními rozměry.

Plastomery se při zatěžování deformují tak, že po odlehčení zatížení zůstává zbytková deformace trvalá.

Plasty se v menší míře vyrábějí z přírodních makromolekulárních sloučenin (např. modifikací přírodního kaučuku se získá chlórkaučuk apod.). Převážně jsou však plasty vyráběny synteticky. *Základními surovinami je ropa a uhlí.* Z nich se získávají suroviny jako etylén, propylen, butadien, benzen, xylen, fenol, dále je potřebný dusík, vodní plyn, kamenná sůl jako zdroj chlóru, vápno pro výrobu acetylénu a pod. Z těchto výchozích surovin se složitými procesy vyrábí nízkomolekulární látky - monomery, ze kterých se vyrábí makromolekulární látky - polymery. Slučování monomerů na polymery se děje chemickými reakcemi nazývanými polyreakcemi.

Polyreakcí jsou schopny jen ty sloučeniny, které mají v molekule alespoň dvě místa schopná chemicky reagovat s dalšími molekulami. Pokud by měly jen jedno

místo, nevznikl by polymer, ale jen nízkomolekulární sloučenina. Má-li monomer dvě místa schopná chemické reakce, vznikne tzv. lineární makromolekula ve tvaru lineárního řetězce, nazývaná lineární polymer. Při více místech schopných chemicky reagovat vzniknou řetězce více směry tzv. prostorově zesíťované makromolekuly a hmota se nazývá zesíťovaný polymer.

Příloha č. 3

Monomer: Je výchozí látka, ze které se polymerací vyrábí polymer. Polymerací shodných monomerů vzniká homopolymer, dva nebo více výchozích monomerů dávají polymerací kopolymer. Spojením dvou molekul výchozího monomeru vzniká dimer, obdobně trimer, atd. Molekula vzniklá polymerací *několika* molekul se nazývá oligomer. Vlastnosti oligomerů bývají někde mezi vlastnostmi monomeru a polymeru. Často se oligomery nechají izolovat jako definované chemické sloučeniny.

Slitina polymerů (blend): je homogenní směs polymerů vzájemně alespoň omezeně snášlivých, např. houževnatý povětrnosti odolný PVC vyrobený mícháním PVC-U s chlorovaným polyethylenem. Směs polymerů je nehomogenní soustava, ve které je modifikující přísada rozptýlena v podobě malých částic v základním materiálu, tzv. matrici. Příkladem je třeba rázuvzdorný PS, vyrobený mícháním polystyrenu se styren - butadienovým kaučukem.

Elastomery

(Kaučuky) mající molekulu řídce zesíťovanou. Se stoupající teplotou měknou, aniž by však vlivem zvýšené teploty přecházely do plastického nebo kapalného stavu. Jejich význačná vlastnost je pružnost (elasticita = schopnost materiálu nabýt původního tvaru po uvolnění deformujících napětí). Za elastomery zpravidla pokládáme takové látky, které se nechají působením nevelké síly protáhnout alespoň na dvojnásobek původní délky a po ukončení působení této síly se vracejí rychle a prakticky úplně zpět do výchozího stavu. Kaučuky se nízkou teplotou stávají tužšími, tvrdnou, zvýšená teplota způsobuje měknutí a zvýšenou pružnost. Typické kaučuky jsou např.: SBR, CR, NBR.

Patří sem následující plasty:

- *Polyizoprén NR* získávaný z přírodního kaučuku, nebo syntetického kaučuku IR.
- *Polybutadienový kaučuk PB* je vysoce elastický a spolu s butadien-styrénovým kaučukem SBR jsou kaučuky pro výrobu pryžových výrobků (pneumatiky, pryž, hadice).

Příloha č. 3

- *Butadien-akrylonitrilový NBR (buna)* a *polychloroprénový CR kaučuk (neoprén)* jsou výchozí materiály pro výrobu elastomerů odolných olejům a pohonným hmotám.
- *Silikonový kaučuk MPQ (lukopren)* je plast s teplotním použitím od -100 až +250 °C, má menší pevnost.

Nové perspektivní elastomery jsou kopolymery

- *etylén-propylén-styrén [EPDM] nebo styrén-butadién-styrén [SBS].*

Termoplastické elastomery (TPE, elastoplasty) jsou látky, které sice vyhovují výše uvedenému popisu kaučuků, příslušným zvýšením teploty však přecházejí až do tekutého stavu a mohou se tedy zpracovávat obdobně jako termoplasty vstřikováním tekutého materiálu do formy. Z této skupiny se nejčastěji používají ethylen-propylenové kaučuky (EPM). Obecně jsou to polymery, které se při zatěžování deformují tak, že po odlehčení zatížení se rychle vrací do původního tvaru s původními rozměry.

Plastomery

Jsou polymery které se při zatěžování deformují tak, že po odlehčení zatížení jim zůstává zbytková deformace trvalá.

Z hlediska mechanických vlastností se plastické hmoty vyznačují odlišným chováním ve srovnání s tradičními kovovými materiály. Polymery kromě mezního pevného stavu, který se nazývá *sklovitý* a mezního kapalného stavu, který se nazývá *viskozitní*, mohou existovat v tzv. *kaučukovitém* stavu. Hranice přechodu mezi sklovitým stavem a kaučukovitým stavem se nazývá teplotou přechodu T_g a je charakteristická pro každý druh polymeru.

Tím vznikají u plastických hmot tři stavy: pevný stav, sklovitý stav, kaučukovitý stav a stav viskozitní, který nastává při teplotě měknutí T_f . Pro technologické zpracování tvarováním je velmi důležitý stav kaučukovitý, který se získá ohřevem na určitou teplotu, při které se provádí orientace (jedná se o rovinnou deformaci, při které dochází k uspořádání nebo usměrnění segmentů makromolekul ve směru

Příloha č. 3

deformace a tím ke změně původních vlastností); nebo tvarování, případně jiné technologie.

Termoplasty

Jsou to lineární, nebo rozvětvené polymery, které vznikají chemickou reakcí nazývanou polymerace. Výchozími látkami jsou monomery, které mohou vstupovat do výroby ve formě granulí, prášku nebo desek apod. Působením tepla se výchozí tuhý stav ve formě granulí a prášku převádí do viskozně tekutého stavu a tuhý stav desky se převádí do kaučukovitého stavu. V tomto stavu je možné termoplasty zpracovávat a následným ochlazením je lze převést do tuhého stavu, aniž přitom změní svou strukturu. Ohřev a ochlazení můžeme opakovat a přitom se základní užité vlastnosti termoplastu nezmění. Mezi termoplasty patří především tyto materiály:

Polyetylén PE má dobré mechanické vlastnosti v rozmezí 100 až 130°C, nepřilíší vysokou pevnost, je odolný proti kyselinám, proti vodě a proti stárnutí. Vyrábějí se z něj trubky, nádoby, fólie, desky a tvarované zboží.

Polypropylén PP je podobný polyetylenu, ale má nižší hustotu, vyšší teplotu tání a lepší mechanické vlastnosti.

Polyvinylchlorid PVC má vysokou korozní odolnost, je nehořlavý má dobrou pevnost, značnou tvrdost, ale je křehký. Používá se k výrobě trubek, profilů pro výrobu oken, dveří, nábytku apod.

Polystyrén PS je chemicky odolný, tvrdý ale křehký plast. Používá se jako rázuvzdorný polystyrén, který má vlivem malých částic kaučuku dispergovaných v objemu plastu zlepšené plastické vlastnosti. Lehčený (pěnový) polystyrén má

uzavřené dutiny, které dávají plastu dobré izolační vlastnosti a z důvodu nízké hustoty, je předurčen jako obalový materiál a tepelná izolace.

Polyamid PA konstrukční plast s dobrými a mechanickými vlastnostmi se značnou pevností. Používá se na konstrukční díly jako jsou ozubená kola, ložiska, dílce pro automobilový průmysl.

Příloha č. 3

Polyuretan PUR je chemicky velmi odolný, má široké využití jako pěnové hmoty pro izolace a těsnění.

Polymethylmetakrylát PMMA tento plast je známý jako *organické sklo*, čiré, bezbarvé. Je odolný proti povětrnostním vlivům, vodě, zředěným alkáliím a kyselinám. Má dobré mechanické vlastnosti, nedostatkem je nízká povrchová tvrdost, zpracovává se tvarováním po předchozí orientaci. Používá se jako náhrada skla (plexi, umaplex), jako zalévací hmota v zubní protetice; a modelářství (dentakryl).

Polytetrafluoretylén PTFE také nazývaný *teflon* je důležitým reprezentantem fluoroplastů, odolává zvýšeným teplotám, chemickou odolností převyšuje všechny ostatní polymery. Používá se na těsnění, ucpávky, hadice pro vyšší teploty. Ve strojírenství se používá v kombinaci s grafitem, nebo práškovým bronzem na nemazaná těsnění a kluzná ložiska. Uplatňuje se také jako antiadhezivum v textilních a potravinářských zařízeních.

Kopolyméry: ABS (akrylonitril – butadien-styrén) je pevný, houževnatý, má dobrou chemickou odolnost, používá se na různé kryty, víka, přístrojové desky a skořepiny. Na venkovní aplikace se používá *akrylonitril-styrén-akrylester* ASA. Do skupiny kopolymerů patří ještě styren - *akrylonitril* SAN a *styrén-butadien* SBJ.

Polykarbonáty PC mají vysokou rázovou houževnatost, stálost do 140 °C. Mísením PC a ABS lze vytvářet polymerní slitiny jež se používají ve výpočetní technice na kompaktní disky.

Polyetylentereftalát PETP má dobrou pevnost, houževnatost. Jako pásy a fólie se používá na izolaci kabelů, vlákna terylén a tesil se používají v oděvnictví a na průmyslové tkaniny.

Polyoxymetylén POM má pevnost, tvrdost, rázovou houževnatost, malý součinitel tření a používá se na výrobu ozubených kol, ložisek bez mazání nebo kloubových čepů.

Příloha č. 3

Polyetereterketon PEEK speciální typ plastu s dobrými vlastnostmi odolný vysokým teplotám, a radiačnímu poškození.

Reaktoplasty

Jsou polymery, které nevratnou chemickou reakcí přecházejí z lineárního do sesíťovaného stavu. Jsou to plasty, které zahřátím anebo přidavkem vytvrzovacího prostředku (katalyzátorem) přecházejí do nerozpustného a netavitelného stavu (ztrácejí termoplastický charakter). Používá se jich např. pro výrobu lisovacích hmot, vrstvených materiálů, lehčených hmot, lepidel, nátěrových hmot, prostředků pro úpravu papíru, textilu, dřeva, kůže. Ztráta termoplasticity reaktoplastů během jejich zpracování komplikuje recyklaci materiálů z výrobků, když se stanou odpadem. Ten se většinou desintegruje na malé částice a využívá jako plnivo.

Fenoplasty jsou to vytvrditelné syntetické pryskyřice na bázi fenolů a aldehydů. Obvykle se používá fenolformaldehydová pryskyřice PF samotná, nebo jako lisovací hmota s těmito plnivy:

- dřevěná moučka (tato tvrdá a křehká hmota se nazývá bakelit),
- azbest,
- bavlněná vlákna a ústřížky,
- vrstvený papír (kartit, umakart),
- vrstvená bavlněná tkanina (textit, texgumoid)
- vrstvená skleněná tkanina (sklotextil).

Animoplasty jsou tvrdé a křehké plasty na bázi močovinoformaldehydových UF, nebo melaminoformaldehydových MF pryskyřic. Jsou zdravotně nezávadné, nevýhodou je jejich nasákavost.

Polyesterové pryskyřice UP jsou roztoky lineárních polyesterů v nízkomolekulárních monomerech. Vlivem tepla aplikovaného při vytvrzování dochází ke vzniku hustě zesíťovaného polymeru. Vytvrzené pryskyřice se vyznačují vysokým leskem, průhledností a odolností proti benzínu, olejům a alkoholům. Jejich vlastnosti lze zlepšovat vyztužením skleněnými vlákny.

Příloha č. 3

Epoxidové pryskyřice EP vytvrzují pomocí tvrdidel. Tvrdidla jsou nízkomolekulární látky způsobující chemickou reakci - polyreakci, která vede ke vzniku zesíťovaného polymeru. Při reakci se neodštěpují žádné vedlejší produkty a dochází jen minimálním objemovým změnám. Epoxidy se vyznačují vynikající adhezí k většině materiálů (vyjma určitých termoplastů), velmi dobrou chemickou a tepelnou odolností (do 130 °C) a přijatelnými mechanickými vlastnosti. Epoxidové pryskyřice nejčastěji tvoří matrici kompozitních materiálů s polymerní matricí vyztužených vlákny.

Zkratky a názvy důležitých plastů

ABS	akrylonitril - butadien - styren
ASA	akrylonitril - styren - akrylát
BR	butadienový kaučuk (Butadien Rubber)
CA	acetát celulozy
CN	nitrát celulozy
CR	chloroprenový kaučuk
CSM	chlorsulfonovaný polyethylen
ECB	ethylenový kopolymer - bitumen
E-CTFE	kopolymer ethylen - chlortrifluorethylen
EP	epoxidy, epoxidové pryskyřice
EPDM	terpolymer ethylen - propylen - dien
EPM	ethylen - propylenový kaučuk
EVAC (EVA)	kopolymer ethylen/vinylacetát
FEP	fluorovaný ethylen - propylen kopolymer
IIR	butylkaučuk (též butyl, PIBI - izopren-izobutenový kaučuk)
MF	melamin-formaldehydová pryskyřice
NBR	nitrilový kaučuk
NR	přírodní kaučuk (Natural Rubber)
PA	polyamid
PAN	polyakrylonitril

PB	polybuten, poly-l-buten, poly-l-butylem
PBT	polybutylentereftalát
PC	polykarbonát
PCTFE	polychlortrifluorethylen
PE	polyethylen
PE-HD	vysokohustotní (lineární) polyethylen
PE-LD	nízkohustotní (rozvětvený) polyethylen
PE-LLD	lineární nízkohustotní polyethylen
PE-VLD	polyethylen s velmi nízkou hustotou
PE-X	síťovaný polyethylen
PE-UHMW	ultravysokomolekulární PE
PET	polyethylentereftalát (polyethylenglykoltereftalát)
PF	fenol - formaldehydová pryskyřice
PFA	perfluoroalkoxylalkanový polymer
PFEP	perfluoroethylen/propylen
P1B	polyisobutylen
PMMA	polymethylmetakrylát
POM	polyoxymethylen (polyfonnaldehyd)
PP	polypropylen
PS	polystyren
PTFE	polytetrafluorethylen
PUR	polyuretan
PVC	polyvinylchlorid
PVC-U	neměkčený polyvinylchlorid (Unplasticized)
PVC-P	měkčený polyvinylchlorid (Plasticized)
PVC-C	chlorovaný polyvinylchlorid
PVC-NI	nonnálně houževnatý PVC (Normal Impact)
PVC-RI	zvýšeně houževnatý PVC (Raised Impact)
PVC-HI	vysoce houževnatý PVC (High Impact)
PVDC	polyvinylidenchlorid
PVDF	polyvinylidenfluorid
SAN	styren-akrylonitril
SB	styren-butadien
SBR	styren-butadienový kaučuk
UF	močovino-formaldehydová pryskyřice
UP	nenasycený polyestér

Určování Termoplastů

Přesné stanovení typu plastu v hotovém výrobku je často velmi obtížné, a to i v případě, kdy máme k dispozici celé spektrum analytických metod. Obtížnost stanovení plyne především z toho, že výrobky z plastů obsahují kromě polymeru i celou řadu nutných přísad. Navíc jsou výrobky často vyráběny ze směsí plastů či různých typů kopolymerů. Pro orientační a poměrně rychlé stanovení plastů se

Příloha č. 3

používá několik metod, které využívají základní vlastnosti plastů, a to zejména hustotu, chování v plameni, křehkost, houževnatost apod (viz tab. Rychlé identifikace plastů).

Jednou z možností rychlé identifikace plastů v technologické praxi je metoda, která využívá *rozdílné hustoty různých plastů* a dá se použít i v průmyslovém měřítku k třídění plastových odpadů.

Metoda rozdílné hustoty termoplastů

Příklad lze uvést na vzorcích následujících plastů:

- 1 - polyethylen (PE)
- 2 - polystyren (PS)
- 3 - polymethylmethakrylát (PMMA)
- 4 - polyvinylchlorid (PVC)
- 5 - polyethyltereftalát (PET).

Do nádoby s vodou vhodíme úlomky těchto plastů. V samotné vodě klesnou všechny vzorky ke dnu s výjimkou polyethylenu, který má nejmenší hustotu a zůstane plavat na hladině. Pokud budeme zvyšovat hustotu kapaliny přidávkem kuchyňské soli, budou se na hladinu postupně vynořovat další vzorky v pořadí svých hustot, tj. PS, PMMA, PVC a PET.

Na vodě by plaval také polypropylen, od polyethylenu se však pozná v plameni, zatímco polyethylen hoří a odkapává, protože v plameni taje, polypropylen hoří a neodkapává.

Jak již bylo napsáno, prakticky veškeré typy plastů se zpracovávají na finální výrobky spolu s přísadami - změkčovadly, barvivy, antioxidanty, pigmenty, plnivy,

stabilizátory apod. Proto v některých případech je nutné uvedené přísady ze vzorků určených k analýze odstranit, aby se eliminoval jejich vliv. Většinou se doporučuje je odstranit extrakcí, nebo v případě jejich nerozpustnosti je separovat ze vzorku rozpuštěním polymeru.

V následující tabulce jsou uvedeny výsledky některých zkoušek pro identifikaci vybraných plastů [9].

Příloha č. 3

		a	b	c	d	e	f	g	h	i	j	k	l	m
Druh zkoušky	Výsledek zkoušky	P E - L D	P E - H D	P P	P S	A B S	S A N	P V C	E V A	P M M A	a P A	P U R	P E T	P O M
Flotační	Plave na vodě	.	.	.										
Chování při spalování	Taví se a odkapává	.	.											
	Hoří plamenem	.	.	.	.			.	.	.	.	.
	Mimo plamen zhasíná							.			.			
	Tvoří saze (čadi)				.	.	.						.
	Jiskří								.					
	Tvoří zuhelnatělé zbytky							.	.					
Barva plamene	Modrá									.				
	Modrá s bílým vrcholem	.	!								.	.		
	Žlutá se zeleným okrajem							.						
	Žlutooranžova				.								.	
	Purpurový okraj								.					
Pach při spalování	Vosk	.	.	.										
	Spálená rohovina										.			
	Pryskyřice												.	
	Česnek									.				
	Chlorovodíkový čpavý							.						
	Čpavý								.					
	Nasládlý				.	.	.							
Lomová	Neláme se	.	.	.							.
	Křehký lom				.		.			.				
	Tažný lom					.	.	.	.			.	.	.
Vrypová	Stopa po škrábnutí nehtem	.												
	Při úhozu skleněný zvuk				.									
Akustická	Při hoření praská									.		.		
	Fólie šustí		.	.										
Tažnost fólie	Malá		.										.	
	Střední			.							.			
Tažnost fólie	Velká	.						.						

Tab. Tabulka rychlé identifikace plastů

Legenda : a - polyetylen nízkohustotní e - akronitril-butadien-styren j - polyamid
 b - polyetylen vysokohustotní f - styren-akrylonitril k - polyurethan
 c - polypropylen g - polyvinylchlorid l - polyethyltereftalát

d – polystyren

h - ethylen-vinylacetát
ch - polymethylmethakrylát

m - polyacetát

Systém označování plastů

Obchodních typů plastů vycházejících ze základního polymeru je velké množství. Od sebe se vzájemně liší jednak vlastnostmi makromolekul, tj. např. středním polymeračním stupněm, distribucí, druhem a stupněm rozvětvení. Obsahem komonomerů a z toho vyplývajícími vlastnostmi, jednak počtem a druhem přísad dodávajících základnímu materiálu požadované vlastnosti např. v ohledu odolnosti proti zvýšeným teplotám, UV záření, snížení hořlavosti, usnadnění zpracování, přísadou plniv a zasilovacích materiálů, pigmentů a barviv.

Příloha č. 3

Každý i malý výrobce PE, PP nebo ABS nabízí desítky nejrůznějších typů velmi odlišných vlastností. Neplatí to zcela pro PVC, kde je zvykem, že výrobci polotovarů si obvykle míchají směsi sami, ani pro materiály konstrukčního typu, jako jsou v našem případě fluoroplasty a konečně ani pro PB. U nás se zavádí systém označování založený na normách ISO. Je to klasifikační systém zachycující jednak popisné označení polymerového typu, jednak identifikační blok sestávající z čísla příslušné mezinárodní normy a pěti bloků, ve kterých se uvádějí charakteristické vlastnosti materiálu podle následujícího normalizovaného vzoru uvedeného v tabulce.

		Identifikační blok				
Popisný blok (volitelný)	Blok pro číslo mezinárodní normy	Blok jednotlivých položek				
		Datový blok 1	Datový blok 2	Datový blok 3	Datový blok 4	Datový blok 5

Tab. Normalizovaný vzor systému označování a identifikace plastů

Datový blok 1: Identifikace plastu symbolem PP podle ISO 1043-1 a údaje o polymeračním procesu nebo složení polymeru.

Datový blok 2: Pozice 1: Uvažované aplikace nebo způsob zpracování. Pozice 2 až 8: Důležité vlastnosti, aditiva a další údaje.

Datový blok 3: Označující vlastnosti důležité pro daný typ plastu.

Datový blok 4: Plniva a ztužovadla a jejich nominální obsah, rovněž je možno (bez použití mezery) uvést hmotnostní obsah uvedeného materiálu pomocí dvoumístného čísla.

Datový blok 5: Pro účely specifikace je možno přidat pátý datový blok, obsahující další údaje.

Prvním znakem v bloku jednotlivých položek je pomlčka. Datové bloky jsou mezi sebou odděleny čárkami. Pokud se datový blok nepoužívá, musí být tato skutečnost uvedena zdvojením oddělovacího znaménka, tj. dvěma čárkami („) [8].

Příloha č. 4

Příloha č. 4 Samotná technologie recyklace

Na technologii demontáže autovraků bude velmi záviset i forma, v jaké se plasty dostanou na recyklování. Určité prvky s velkým podílem, například zalisovaných kovů bude problematické rozdělit, taktéž i tenké kabely a prvky z elektroinstalace. Přítomnost jemných prvků však nemusí být na závadu například při recyklaci směsi. Výhodné je, když se plastové prvky demontují jako celek a jako kompaktní celek se dodávají na recyklaci, například nárazníky, kryty světlometů, palubní desky, nádoby ostříkovačů, palivové nádrže apod. Podrcený zešrotovaný plastový díl se dá už jen těžko odseparovat. Zde záleží na stabilitě zdroje, tj. na předpokládaném objemu recyklovaných autovraků a předpokládané struktúře a objemu plastového odpadu možná i typ recyklace a recyklační kapacity. Samostatně je možné recyklovat asi jenom nárazníky. Určitým problémem jsou nárazníky s různými druhy nátěrů, kde odstranění nátěrů je už na hranici ekonomické efektivnosti. Z recyklovaných nárazníků možno např. vyrobit kryty mřížek chladiče nebo kryty lamp. Poměrně náročná je i recyklace přístrojových desek, které nejsou jen z jednoho materiálu a je třeba je v několika stupních oddělit od sebe. Z hlediska dalšího využití je výhodné recyklovat chladicí mřížky z ABS, které se mohou recyklovat i několikrát. Poměrně dobře se dají z autovraků vyseparovat i nádržky chladicí kapaliny či zadní světla a směrovky. Nádržky se vyrábějí z PA 66 a recyklovat v směsi se může použít na různý účel. Kryty světel, i když se v současné době vyrábějí z různých druhů materiálu jako např. PMMA, PC (tyto dva jsou vzájemně dobře kompatibilní) je možné je opakovaně samostatně recyklovat. Výrobky z výše uvedených recyklátů, případně dalších vybraných recyklovaných dílů se v souladu

s tendencemi o zavedení až 25 % podílu recyklátů na nových autech, smějí a používají se v automobilech jako např. různé nosníky, řídicí lišty, držadla, pouzdra, kryty apod.

Tady je velmi důležitá vazba mezi recyklačním závodem – výrobcem plastových dílů a automobilkou. Další možnou recyklací je recyklace směsi různých typů odpadů. Tady však při odstranění různorodých (kovových) materiálů je potřebná i vazba na externí recyklační kapacitu, recyklace smíšeného odpadu si vyžaduje určitý podíl (až 60-65 % PE). Využití těchto výrobků již přesahuje možnosti jejich uplatnění v automobilovém průmyslu a musí si hledat jiné uplatnění na trhu. Jde

Příloha č. 4

hlavně o různé deskové a profilové výrobky. Recyklace směsi plastového odpadu dává určité možnosti recyklace i odpadů z pneumatik (v směsi s plasty). Samostatnou skupinu tvoří sedačky vyrobené z PUR-pěny, kterou je nutné recyklovat samostatně, při které se používají různé dezintegrační technologie. Samostatná technologie recyklace, či u vybraného typu výrobku z platu, resp. směsi plastů je investičně náročná a je jí možné v širokém rozsahu odhadnout od 5 do 100 mil. Kč. Samozřejmě, že takto vysoký investiční požadavek není schopna zabezpečit malá recyklační firma. Je spojena už s velkým přísunem materiálu – autovraků [13].

Příloha č. 5 Podrobný popis recyklačních možností

Materiálová recyklace

Pro co nejúčinnější využití surovinového a energetického vkladu do panenského polymerního materiálu je předurčena materiálová (nebo též fyzikální) recyklace. Materiálová recyklace zahrnuje postupy spočívající v mletí upotřeбенých výrobků za vzniku drtě. Pokud se jedná o kontaminovaný odpad, je nezbytné zařadit do procesu i mytí popřípadě plavení drtě. Poté následuje sušení a případná regranulace. Drtě a regranuláty se používají podle svého složení a znečištění na výrobu méně náročných výrobků, v lepším případě lze získaný recyklát přidávat k panenskému plastru a opětovně zpracovávat na kvalitní výrobek.

Jedná se o použití celých, řezaných nebo sekaných pneumatik k účelu, pro který nebyly vyrobeny. Známé jsou aplikace jako konstrukční materiály skládek, ochranné bariéry pro automobilová závodiště, protihlukové stěny, lodní nárazníky na přístavních zdech, zpevnění příkrých svahů a vozovek, zátěž krycích fólií stohů a siláží aj. V případě, že pneumatika již nemůže být dále využita v původní podobě, materiál v ní obsažený může být zhodnocen k výrobě nových produktů. Recyklace u níž je prvním krokem drcení pryže, po kterém následuje rozdělení jednotlivých složek pneumatiky (pryž, ocel a textil). Pryžová drť (granulát) může být použita v řadě možných aplikací, jako sportovní povrchy, střešní materiály, povrchy a podklady vozovek, využití v modifikovaném asfaltu, zvukoizolační a tepelně izolační materiály aj. zajímavé je použití po chemické úpravě jako sorbentu ropných látek (SORB-EX) jako náhrada Vapexu. V závislosti na použité technologii a teplotě

procesu drcení se rozlišují dvě základní metody drcení: *kryogenní drcení* a *mechanické drcení za normální teploty*.

Tento způsob recyklace je pro termoplasty zvláště vhodný. Zahrnuje procesy od nejjednoduššího mletí upotřebených výrobků a následné tepelně mechanické zpracování meliva pro výrobu nových výrobků až po kompatibilizační postupy v tavenině sloužící k přípravě vícesložkových materiálů ze směsí odpadních plastů. Obecně je materiálová recyklace založena na dodávce tepelné a mechanické

Příloha č. 5

energie a aditiv (stabilizátorů, barviv případně i plniv) pro přetvoření odpadní suroviny na nový materiál s mechanickými i estetickými vlastnostmi blízkými panenskému polymeru. Může-li recyklát v dané oblasti nahradit v aplikační oblasti hodnotný panenský plast, tedy má-li požadovanou jakost, je ekonomická bilance této recyklace příznivá. Na operace čištění, separace cizích látek a zdrojů kontaminace, mletí a přetavení se spotřebuje přibližně 15% ekvivalentní energie panenského materiálu. Ekonomický efekt recyklace se však strmě snižuje s omezováním praktického uplatnění recyklátu v důsledku jeho nižší kvality. Kvalita recyklátu je silně závislá na charakteru vstupní suroviny. Pravděpodobnost získání kvalitního recyklátu klesá v řadě:

- typově tříděná vstupní surovina, např. MOSTEN 52 412,
- druhově tříděná vstupní surovina, např. PE-LD,
- částečně tříděná vstupní surovina,
- netříděná surovina.

Typem se rozumí plast označený obchodním názvem a kódem specifikace, se zakódovanými vlastnostmi, zpracovatelností a aplikačními možnostmi, například MOSTEN 52 412. Druhem je myšleno základní rozdělení plastů podle chemického složení a molekulární struktury, například PE-HD, PE-LD, PA 66, PA 6 a podobně, to znamená bez označení původu, výrobce a obchodního názvu.

Recyklace typově nebo druhově tříděného plastového odpadu je poměrně široce využívána již v závodech pro výrobu a zpracování plastů při zhodnocení tzv. technologického odpadu. Tento typ odpadní suroviny je obvykle složen z materiálu

odpadajícího jako nezbytný důsledek výrobního nebo zpracovatelského procesu, např. z podílu granulátu o nestandardních rozměrech granulí (tzv. „podsítné“ a „nadsítné“ podíly) z výroby materiálu, vtokových systémů odstraněných při adjustaci vstřikovaných výrobků nebo ořezů hran vytlačovaných folií a desek a dále pak z výrobků vyřazených při výstupní kontrole. Odpadní surovina je v nejjednodušším případě pouze rozemleta, obvykle je však znovu granulována. Získaný recyklát je pak přidáván k panenskému polymeru a opětovně zpracován na konečný výrobek. V některých případech je nutné nahradit částečný úbytek tepelných stabilizátorů

Příloha č. 5

polymeru po jeho prvotním zpracování, čili stabilizovat recyklovaný materiál, aby nebyla ohrožena kvalita výrobku.

Odpadní plasty pocházející z komunálního sběru jsou však obvykle netříděné. Pro zpracování směsného plastového odpadu se často využívá pro tento účel zvlášť vyvinuté technologie „down-cycling“. Jedná se o míchání směsi plastů v tavenině ve speciálním extruderu s vysokou hnětací účinností a bezprostředním vytlačováním taveniny do formy. Výhodou tohoto způsobu zpracování odpadních směsí je, že lze poměrně snadno získat i výrobky o poměrně velkém objemu. Nevýhodou jsou však nepřilíš dobré mechanické vlastnosti finálního recyklátu, který tak může v aplikacích konkurovat pouze levným druhům dřeva nebo betonu. Tento způsob recyklace je vhodný pro výrobu masivních výrobků, jako jsou různé typy stavebních dílců (např. pro sloupky zpevňování svahů a břehů, zatravňovací panely pro zpevnění odstavných a parkovacích ploch, kabelové kanály), přepravních palet a dalších výrobků s podobnými (tj. nízkými) estetickými a pevnostními nároky. Ekonomická bilance tohoto způsobu recyklace plastů se často pohybuje na hranici rentability.

Z dosavadních výsledků výzkumu je zřejmé, že za určitých podmínek je možné získat materiál o poměrně vysoké užitné hodnotě i ze směsi použitých plastů. Klíčovým problémem recyklace plastových směsí je účinná kompatibilizace jejich složek. Kompatibilizací se rozumí postup vedoucí ke zvýšení snášenlivosti mezi nemísitelnými termoplasty ve směsi snížením mezifázového napětí, tedy postup, který vede ke zlepšení soudržnosti a tedy ke zlepšení mechanické pevnosti výsledného směsného materiálu.

Kompatibilizační postupy byly vyvíjeny pro získání vícefázových polymerních materiálů se speciálními vlastnostmi, mohou však být i použity pro recyklaci odpadních plastů. Aditivní postup kompatibilizace je založen na přidavku speciálních přísad, nazývaných kompatibilizátory složek směsi.

Užití kompatibilizátorů má však i svá omezení. Je to především poměrně vysoká cena aditivních kompatibilizátorů, problematická zpracovatelnost reaktivně kompatibilizovaných směsí a také účinek kompatibilizačních systémů omezený jen na určité kombinace určitých polymerů. Univerzální kompatibilizátor libovolné směsi

Příloha č. 5

polymerů není (a zřejmě ani nebude) dostupný. Vzhledem ke složení směsných plastových odpadů z komunálních zdrojů je zřejmé (a praktické zkušenosti to také dokládají), že materiál o prakticky využitelných vlastnostech je možné získat pouze kompatibilizací jejich polyolefinické frakce. Separace polyolefinické ze směsi odpadních plastů je po technické stránce velice snadno proveditelná. Jedná se o tak zvanou flotační metodu neboli odplavení vodou. Polyolefiny na rozdíl od ostatních plastů ve vodě plavou. Kompatibilizací polyolefinů oběma uvedenými postupy byla v posledních dvou desetiletích věnována značná pozornost. Bylo zjištěno, že účinnými aditivními kompatibilizátory různých kombinací polyolefinů jsou blokové i statistické ethylen-propylenové kopolymery, studovány však byly i reaktivní systémy na bázi organických peroxidů nebo záření. Všechny výše uvedené způsoby hodnocení odpadních polyolefinů jsou i prakticky využívány. Nejnovější způsob reaktivní recyklace je založen na radikálových reakcích složek polyolefinické směsi s kapalnými polybutadieny a byl úspěšně vyzkoušen na různých druzích skutečných směsí odpadních polymerů v průmyslovém měřítku [16].

Protektorování

Částečně opotřebovaných pneumatik, u nichž tloušťka běhounu dosáhla minimálního povoleného limitu, je další metodou opětovného použití. Existují dvě metody protektorování - teplá a studená. Protektorování přispívá k prodloužení životnosti pneumatiky lze jím ušetřit až 80% surovin a energie potřebných k výrobě nové pneumatiky a rovněž snížit množství produkovaného odpadu. V současnosti je protektorování vhodnější u pneumatik nákladních vozidel než u osobních. Uvádí se,

že přibližně 80% nákladních a 20% osobních pneumatik může být protektorováno. Lze říci, že osobní pneumatiky jsou většinou protektorovány jednou, autobusové pneumatiky třikrát a letecké pneumatiky osmkrát. Nákladní pneumatiky mohou být protektorovány v průměru tři až čtyřikrát. Vedlejším produktem protektorování je čistá pryž z drásání běhounu.

Příloha č. 5

Chemická recyklace

Chemická recyklace je založena na chemickém rozkladu polymeru na produkty o podstatně nižší molární hmotnosti (oligomery), nebo až na monomerní jednotky a dalším chemickém zpracování takto získané suroviny. Nejvýznamnější výhodou tohoto způsobu recyklace jsou poměrně nízké nároky na vstupní čistotu odpadních plastů. Nevýhodou jsou naopak poměrně vysoké investiční nároky na technologické zařízení a praktická uskutečnitelnost jen v podmínkách chemického průmyslu ve spojení s již existujícími procesy (např. s polymerační jednotkou).

Nejjednodušším případem chemické recyklace je tepelná depolymerace. Některé polymery při vysokých teplotách podléhají degradaci tzv. zipovým mechanismem, kdy se z konců polymerních řetězců postupně odštěpují monomerní jednotky. Takový mechanismus tepelné degradace vykazuje např. polystyren (PS) nebo polymethylmethakrylát (PMMA). Získané monomery je možné po vyčištění bez zvláštních problémů opět polymerovat na panenský polymer původní kvality. V současné době je tento proces jen v omezené míře využíván pro recyklaci polymethylmethakrylátového organického skla. Produktem rozkladu je methymetha-krylát, který je následně polymerován na panenský PMMA. Poměrně malá spotřeba tohoto materiálu a tedy i malý podíl v plastovém odpadu nevede k rozšiřování popsaného recyklačního postupu.

Většího praktického významu doznaly procesy založené na rozkladu polykondenzátů účinkem vybraných nízkomolekulárních látek, označované jako solvolýza. Tímto způsobem je možné recyklovat materiály na bázi polyamidů (PA), polyurethanů (PU)

a zvláště pak lineárních polyesterů, např. polyethylterftalátu (PET). Podstatou solvolytického je obrácení vratné polykondenzační reakce směrem k odbourávání monomerních jednotek z řetězců polymeru. Stále většího praktického významu pak nabývá tento postup pro recyklaci PET, hlavně v souvislosti se stále se zvyšujícím objemem odpadního PET z nápojových lahví. Společností DuPont vyvinutá technologie, označovaná jako „PETRETEC“ umožňuje zpracovávat odpadní PET znečištěný až 10% cizorodých látek. Specializovaný závod na recyklaci PET technologií „PETRETEC“ byl ve státě Tennessee uveden do plného provozu již v roce 1995. Kromě solvolýzy mohou být lineární polyesterové rozkládány také na

Příloha č. 5

principu reesterifikace přebytkem příslušného diolu. Výsledkem takového rozkladu je směs oligomerů, vlastnosti (dané střední molární hmotností) je možné poměrně snadno řídit dávkováním diolu do reakční směsi. Prakticky je využíván tento princip při glykolýze PET na oligomerní produkty, které jsou využívány jako surovina pro výrobu polyesterových pryskyřic, nátěrových hmot nebo u polyurethanových lehčených materiálů. Na rozdíl od methanolýzy PET, která snese i poměrně masivní znečištění, je glykolýza PET poměrně citlivá na přítomnost cizorodých látek. Ekonomická bilance chemické recyklace je negativně ovlivněna hlavně velmi vysokými investičními náklady na specializovanou recyklační jednotku. Investovat do výstavby specializované recyklační jednotky je ekonomicky schůdné pouze v případě bezpečného zajištění dostatečného objemu vstupní suroviny a příslušného objemu odběru produktu (recyklátu). Praktické zkušenosti ukazují, že spodní hranicí rentabilnosti jednotky na recyklaci je kapacita cca 5 kt/rok. Za předpokladu, že odpad je dodáván do recyklačního závodu za nulovou cenu (například na náklady producentů odpadu) jsou výrobní náklady na tunu odpadu z odpadní suroviny zhruba stejné jako v případě jeho výroby z původních petrochemických surovin [18].

Surovinová recyklace

Ze silně znečištěných směsí různorodých plastových složek, např. z frakce komunálního plastového odpadu o hustotě vyšší než 1 g/cm^3 není už prakticky možné získat recyklací hodnotnější materiál než vlastní surovinovou bázi. Principem surovinové recyklace jsou termicky destrukční procesy rozkládající polymerní složky vstupní suroviny na směs plyných a kapalných uhlovodíků. Výstupní produkty

surovinové recyklace jsou tedy energeticky využitelný plyn a směs kapalných uhlovodíků využitelných jako topné oleje, nebo jako petrochemická surovina.

Surovinové zhodnocení odpadních plastů může být provedeno chemickým postupem hydrogenace (vysokotlaký katalytický proces), nebo pyrolýzy (nízkotlaký proces, vyšší teplota). Produktem hydrogenačních procesů jsou převážně kapalně uhlovodíky, pyrolýzní procesy vedou k plynným produktům a koksu. Firma Shell pak vyvinula originální postup přeměny plastového vstupu na syntézní plyn (směs oxidu uhelnatého a vodíku). Jako hlavní výhody tohoto procesu jsou uváděny nízké nároky

Příloha č. 5

na kvalitu plastového vstupu a širokou využitelnost syntézního plynu v chemickém průmyslu. Technologicky i ekonomicky jsou výhodné postupy založené na společném zpracování odpadních plastů s uhlím. Při tomto způsobu zpracování se využívá schopnosti uhlí předat vodík. Společné zpracování uhlí a odpadních plastů umožňuje využít následujících postupů:

- společná pyrolýza
- společné zplynění
- společné zkapalnění.

Společná pyrolýza plastové odpadní suroviny s uhlím je z uvedených postupů nejméně náročná na investice do technologického zařízení a předpokládají se i nejnižší provozní náklady. Touto cestou lze získat kromě plynných produktů, které jsou zužitkovány při krytí energetických nároků procesu a poměrně nízkého podílu kapalných produktů hlavně koks, který se vyznačuje zvláště velkým specifickým povrchem. Praktickými zkouškami bylo prokázáno, že takto vyrobený koks má velmi vysoké adsorpční účinky a je zvláště vhodný pro čištění odpadních vod a vzduchu.

Za nejnadějnější se dnes považuje společné zkapalnění, i když je to investičně nejnákladnější technologie. Produkuje převahu nasycených uhlovodíků, v podstatě lehkou nasycenou ropu.

Přístup k využití odpadních plastů se v různých zemích liší. V současné době se v Německu spíše preferuje společné zplynění (s kyslíkem a vodní parou), ve Spojených Státech je vývoj orientován na společné zkapalnění. Ve Francii se

nepovažuje za perspektivní ani jeden druh zhodnocení odpadních plastů a preferuje se pouze jejich energetické využití společným spalováním s uhlím.

Posledním způsobem recyklace je energetické využití jinak nevyužitelného plastového odpadu. Podstatou metody je spalování (obvykle společně s uhlím) ve speciálně konstruovaných topeništích. Užitečným výstupem je tepelná energie. Vhodně navržené topeniště a technologické podmínky spalování vylučují možnost vzniku toxických plynných produktů při spalování plastů například dioxinů. Ekologicky závadné produkty spalování, vznikající zejména z PVC, polyamidů, polyurethanů a

Příloha č. 5

pryží, jsou ze směsi spalin vhodně neutralizovány především na pevnou formu. Například chlorovodík uvolněný spalováním PVC je vázán do tuhého chloridu vápenatého, síra z pryží na inertní síran vápenatý (sádra do stavebnictví) a oxidy dusíku z polyamidů jsou převedeny na nezávadné dusíkaté soli.

Surovinová a chemická recyklace patří svojí povahou do pochodů chemické recyklace a nejsou příliš vhodné pro široké použití [17].

Energetická recyklace

Energetické využití - je v současnosti nejvhodnější způsob nakládání z hlediska dodatečných energetických vstupů do systému zpracování zpětně odebraných pneumatik je považováno využití v cementárenské peci jako náhrada primárních zdrojů energie - zemní plyn, náhrada surovin na výrobu cementu - železo, síra, pneumatiky se nemusí vždy drtit a tedy využití pneumatik v cementárenské peci představuje stabilní bezodpadovou technologii, která představuje významnou úsporu při čerpání neobnovitelných zdrojů energie. Výhřevnost pryžového odpadu z pneumatik je poměrně vysoká (cca 30 MJ.kg⁻¹). V některých zemích elektrárny a teplárny využívají tento odpad jako palivo (např. ve Velké Británii nebo v Německu).

Nejčastěji se odpad využívá jako přídatné palivo v cementárenských pecích. Obsah síry (1 - 2%) není na závadu, neboť vzniklý SO₂ se váže na alkalické složky cementu. Výhřevnost odpadu je sice velká, ale vzhledem k velké spotřebě energie při výrobě pneumatik nepředstavuje energetické využití ideální řešení. Navíc se nevratně přemění chemická surovina. Veškeré spalovací procesy, které slouží k energetickému využití pneumatik, podléhají platným právním předpisům v oblasti

ochrany ovzduší, která stanovuje povolená množství produkovaných emisí pro jednotlivá zařízení. Zařízení, ve kterých dochází k nakládání s pneumatikami, musí tyto podmínky respektovat a spalovací proces je nutno zabezpečit tak, aby splňoval limity stanovené příslušnými platnými právními předpisy.

Použití na skládkách - v souladu s platnými relevantními právními předpisy, zejména Přílohy č.8 Vyhl. 383/2001 Sb., o podrobnostech nakládání s odpady lze pneumatiky používat na skládkách pouze, jako technologického materiálu k zabezpe-

Příloha č. 5

čení a uzavírání skládky v souladu s provozním řádem skládky při skládkování odpadů. [4].

Pyrolýzní technologie

Pyrolýza se provádí v reaktoru zvláštní konstrukce, vhodně upraveného na konkrétní druh organické hmoty. Čím rychleji proběhne proces pyrolýzy a čím rychleji se podaří ochladit vyvinutý plyn, tím více a kvalitnějšího výsledného produktu dosáhneme.

Kapalina zvaná též »bio-olej«, která vykondenzuje z ochlazeného plynu, má povahu:

- lehkého oleje, využitelného jako topný olej nebo motorová nafta,
- středního oleje s vlastnostmi vhodnými pro výrobu mazadel,
- těžkého oleje, vhodného pro výrobu uhlíkatých vláken (karbonových laminátů)

Získaná kapalina neobsahuje síru, ani jiné škodlivé sloučeniny. Je vhodná pro pohon dieselmotorů nebo pro spalování v naftových hořácích všeho druhu. Je však také vítanou surovinou pro výrobu plastů, mazadel a uhlíkových kompozitů. Zbylý procesní plyn je zcela spotřebován ve vlastní technologii.

Zuhelněný zbytek po separaci kovů představuje téměř čistý porézní uhlík přibližně stejných vlastností jako má aktivní uhlí. Je využíván jako náplň vodních nebo plynových filtrů nebo k dalšímu zpracování v chemickém průmyslu.

Klíčovým agregátem je patentově chráněný reaktor. Reaktor je uspořádán jako dvoukomorová jednotka. Jednu komoru představuje spalovací prostor pro spalování plynného paliva, druhou komoru tvoří pyrolyzátor. Ten je rozdělen na hermeticky oddělený prostor s drcenými pneumatikami a topný kanál. Topným kanálem proudí spaliny ze spalovací komory do spalínového kotle.

Prostor s drcenými pneumatikami se ohřívá průchodem spalin a iniciuje se proces pyrolýzy. Proces probíhá při 700 °C. Vzniklé plyny a spolu s nimi unášené prachové částice uhlíku jsou odváděny k dalšímu zpracování. Aby se zvýšila účinnost

Příloha č. 5

procesu, je středem do prostoru paliva vháněn fluidizační plyn (buď vlastní, vzniklý pyrolýzou, nebo cizí, např. dusík).

Ten pak proudí v protisměru k pohybu paliva, fluidizuje palivo a intenzivně napomáhá termochemickému rozkladu. Plyn odcházející z reaktoru je zbaven prachových podílů a následně ochlazen na teplotu potřebnou pro selektivní kondenzaci příslušné frakce »bio-oleje«. Vyčištěný plyn se vrací do procesu jako palivo pro ohřev a fluidizační medium. Spaliny odcházející z reaktoru jsou obvykle využívány k ohřevu užitkové vody

Pyrolyticky rozložený a zkarbonovaný zbytek odcházející z procesu je obvykle separován na čistý kov a uhlík (čistota zhruba 94 až 96 %). Vsázka, tj. použité pneumatiky musí být pro proces předpřipravena drcením a tříděním na granulace menší než 30 mm. Obsah vody by měl být nižší než 10%.

Problém provozních řešení pro praktické pyrolýzy

Využití pyrolýzy v provozním měřítku s sebou nese několik oblastí, které je nutno vyřešit před uplatněním této metody v široké praxi.

- Prvním problémem je technické řešení vlastní pyrolytické jednotky a řízení technologického procesu.

- Materiálové využití opotřebovaných pneumatik předpokládá uzavření materiálového cyklu alespoň do úrovně technického využití produktů pyrolýzy jako obchodovatelných komodit.
- Přebytková energetická bilance je zajištěna kogeneračním využitím pyrolýzního plynu. Uvedené využití zajišťuje vyrovnanou tepelnou bilanciprocesu pyrolýzy a zároveň řeší problém části emisí těkavých složek pyrolýzního produktu.
- Složitost celého procesu a technologického procesu spočívá v tom, že se z původního odpadních inertního materiálu (pryže) vytváří suroviny v pevné,

kapalně i plynné fázi se širokým spektrem možného technického využití. Provoz takového zařízení, které má vlastnosti chemické výroby, však s sebou přináší škálu

Příloha č. 5

potenciálních rizik spojených jak s provozováním technologie tak s nakládáním se vznikajícími produkty, které mohou mít povahu látek nebezpečných vůči životnímu prostředí a zdraví lidí. Proto je nutno výběr lokality pro výstavbu takového zařízení i podmínky jeho provozování podrobit rozsáhlému posouzení možných vlivů na vnější prostředí, které je v současné době upraveno zákonem č. 100/2001 Sb. o posuzování vlivů na životní prostředí v platném znění.

Technologický postup pyrolýzy

Před příprava odpadu zahrnuje první stupeň drcení, následující magnetickou separaci, druhý stupeň drcení a dopravu do skladovacích nádrží. Skladování odpadu ve třech vertikálních silech slouží k vyrovnání nerovnoměrného sběru plastu. Kapacita nádrží je navržena na třídní provoz. Odpad je z nádrží dopravován do prvního stupně pyrolýzního procesu - do sušičky. Sušička je rotační, hermeticky uzavřená, otápěná parou z kotle za reaktorem. Teplota sušení je 200 °C. Protože proces probíhá bez přístupu vzduchu, dochází již zde k částečné pyrolýze a k natavení některých plastů.

Plyn a pevný podíl postupují spolu z prvního do druhého stupně pyrolýzy. Vlastní reaktor je rovněž rotační. Teplota karbonizace je 550 °C. Proces probíhá bez oxidizovačla za mírného podtlaku, který je vytvářen sáním plynového dmyhadla.

Vnitřní prostor válce je otápěn nepřímo z odděleného spalovacího prostoru. Ve spalovacím prostoru se spaluje vyčištěný pyrolýzní plyn. Horký, surový pyrolýzní plyn je odváděn do krakovací jednotky, zkarbonovaný zbytek je šnekovým podavačem dopravován k další úpravě a zplyňování.

Protože surový pyrolýzní plyn obsahuje ekologicky nepřipustné komponenty, je dále upravován v krakovací jednotce. Tento třetí stupeň však není nutný, pokud je možno využít pyrolýzní plyn v jeho surové podobě, například ve slinkovacích pecích.

V krakovací jednotce dochází ke štěpení a katalytické degradaci pentanů, furanů, H₂S a jiných více molekulárních plynných složek při teplotách okolo 1000 °C. K dosažení tak vysoké teploty je reakční prostor ohříván vloženým hořákem, který

Příloha č. 5

spaluje vyčištěný pyrolýzní plyn. Výstupem krakovací jednotky je nízkokalorický plyn, obsahující však ještě sirné složky a prach.

Protože výstupní plyn je nositelem velkého množství tepla, je bezprostředně za krakovací jednotku zařazen parní kotel na výrobu středotlaké syté páry. Asi 25% vyrobené páry je spotřebováno ve vlastním procesu.

Součástí třetího stupně pyrolýzního procesu je také likvidace zkarbonovaného zbytku. Rovněž tato část procesu není nutná, pokud je možno zkarbonovaný zbytek bez ekologických následků využít jinak, například jako nauhličovací vsázky v ocelárnách, slévárnách nebo vysokých pecích.

Zkarbonovaný zbytek je vynášen z reaktoru chlazeným dopravníkem a tříděn na vibračním třídíči. Podsítné, obsahující karbon a částičky kovů, je dopravováno do zplyňovače. Karbon, převážně obsažený v podsítném, je zplyňován na CO-plyn procesem potlačeného spalování ve vysokoteplotním reaktoru. Karbon je do reaktoru dopravován práškovým hořákem. Oxidačním činitelem je čistý kyslík, odebíraný z kryogenního zásobníku. Teplota ve zplyňovací komoře je 1600 °C. Díky tak vysoké teplotě dochází v reaktoru k roztavení paliva a k reakcím, které produkují téměř čistý CO-plyn a strusku z ostatních komponent. Vznikající struska má granulovitost asi 5 mm. Je ochlazována a odlučována ve spodní části reaktoru. Struska je inertním materiálem, vhodným k uložení na skládce.

Ochlazený CO-plyn je po výstupu z reaktoru přimícháván k primárnímu pyrolýznímu plynu. Pokud nelze pyrolýzního plynu využít v surovém stavu, je nutné jeho dočištění v několika procesních krocích. Obsahuje několikastupňovou vypírku H₂S, NH₃, a dalších komponent vodným roztokem NaOH. Procesní voda je čištěna a upravována v provozní čističce vod.

Vyčištěný pyrolýzní plyn je nízkokalorický plyn. Jestliže je plyn čištěn, je obvykle využíván k ohřevu reaktoru a k výrobě elektrické energie v plynových motor-generátorech. Pozoruhodností je skutečnost, že vzduch pro motory je odebírán z větracího systému budovy. Tímto způsobem je likvidován odsávaný vzduch znečištěný pachy, hlavně z prostoru přípravy odpadu. Elektrická energie je

Příloha č. 5

dodávána do veřejné sítě. Byly učiněny pokusy s využitím elektrické energie k vlastní výrobě kyslíku a dusíku zkapalňováním vzduchu. Tento proces však nebyl tak ekonomicky přínosný, aby mohl konkurovat přímému nákupu obou plynů z externích zdrojů.

Popis technologie Regenerace pryže

Parní způsoby, vhodné pro regeneraci technologického odpadu a staré pryže bez výztuže, jsou založeny na působení vodní páry na rozemletou odpadní pryž, změkčenou 5% až ZS % regeneračního oleje, za tlaku 0,3 MPa (preparátový způsob), 1,5 MPa (parní způsob v užším slova smyslu), resp. 2,5 MPa (způsob, kdy se drť regeneruje za pohybu - tzv. dynamická regenerace). Proces trvá při teplotách 140 °C až 240 °C od 90 minut do 5 hodin. Při vysokotlakém způsobu je odpad vystaven působení páry jen krátkou dobu (2 až 6 minut) za tlaku 5 až 7 MPa.

Při nízkotlakém způsobu se stará pryž nemele, ale jen naseká na hrubší kusy a podrobí působení přehřáté páry při 200 °C za tlaku 0,6 MPa po dobu 3 až 6 hodin. K regeneraci je možno použít i odpad s textilním výztužným materiálem, který zuhelnatí a zůstává v polymeru jako plnivo.

Společným znakem vařákových způsobů je, že pryžová drť suspendovaná ve vhodném kapalném prostředí se zahřívá pod tlakem nepřímou nebo přímou parou. Předností tohoto způsobu je stejnoměrný převod tepla do drti a menší oxidace pryže,

nevýhodou práce s velkými objemy kapalin, které je nutno z drti odstraňovat. Tzv. alkalická regenerace probíhá v prostředí 4 až 6 procentního roztoku hydroxidu sodného po dobu 6 až 12 hodin při 190 °C až 210 °C. Textil se během regenerace v autoklávu hydrolyzuje a vypráním odstraní. Alkalické prostředí není vhodné pro syntetický kaučuk; proto se v poslední době používá hlavně tzv. neutrální regenerace, při níž je louh nahrazen 0,2 až 0,6 procentním roztokem chloridu zinečnatého nebo vápenatého.

Mechanické způsoby pracují v intervalech velmi krátkých a proto respektují podmínky, potřebné k plastifikaci syntetického kaučuku. Ke zpracovávanému odpadu se kromě regeneračních olejů přidávají chemická regenerační činidla (plastikátory).

Příloha č. 5

Proces probíhá buď v hnětacích strojích nebo ve speciálním vytlačovacím stroji (reklamátoru). V obou případech působí na materiál smykové namáhání při teplotách 220 °C až 290 °C po dobu 3 až 10 minut.

V pneumatikách nelze regenerát používat pro běhounové směsi z důvodu zachování vysoké odolnosti pryže vůči opotřebení. Vzhledem k jeho prakticky černé barvě nelze regenerátu použít pro směsi světlé a barevné a často ani pro černé směsi kombinované v jednom výrobku se světlými.

Použití regenerátu má vedle ekonomického významu (nízká cena, domácí surovina) i řadu výhod technických. Zkracuje se doba potřebná k míchání směsí, čehož důsledkem je kromě zvýšené kapacity zpracovatelského zařízení i úspora energie. Směsi obsahující regenerát se snáze vytlačují (vykazují menší nárůst za hubicí a větší tvarovou stálost výtlačku) i válcují, protože mají větší plastický a menší elastický podíl deformace. Plasticita regenerátu je méně závislá na teplotě než u elastomerů; je to výhodné zejména při volné vulkanizaci vytlačovaných profilů. Navíc přídavek regenerátu urychluje vulkanizaci a zlepšuje odolnost pryže vůči stárnutí.

