

NÁVRH PRACOVISKA NA TRIEDENIE PLASTOVÝCH ODPADOV

DESIGN WORKPLACE FOR SEPARATION OF PLASTIC WASTE

Ing. Ľudmila Dulebová, PhD.

Ing. Ján Varga, PhD.

Technická univerzita v Košiciach
Strojnícka fakulta
Katedra technológií a materiálov
Mäsiarska 74, 040 01 Košice
Ludmila.Dulebova@tuke.sk
Jan.Varga@tuke.sk

Abstract

Aim of this paper is to propose a workplace for separation of plastic waste. Based on the analysis of the current unproductive and inadequate capacity process of separation of plastic waste there has been proposed the line. The line should improve the economic indicators in addition to production and physiological toilsomeness of the workplace.

Key words

Plastics, recycling, workplace.

ÚVOD

Spoločnosti, ktoré sa v súčasnosti zaoberajú recykláciou plastových odpadov sa nachádzajú v zložitej situácii pre nedostatok kvalitných jednodruhových odpadov v dôsledku ich vývozu do zahraničia ako aj pre nedokonalé fungovanie selektovaného zberu komunálnych odpadov.

Vzhľadom na každoročne rastúcu výrobu plastov sa ich objem rovnomerne zvyšuje aj v odpade. Pričom množstvo a malá biodegradabilita predstavuje pri súčasnom objeme výroby hrozbu, na ktorú je nutné reagovať. Plastový odpad končí na skládkach v spaľovniach, oceánoch a moriach. Avšak plastový odpad je možné považovať za lacný a dostupný zdroj druhotnej suroviny. Toto inteligentné riešenie poznáme pod pojmom recyklácia plastov.

Recykláciou plastov sa obecné rozumie opätovné využitie plastov jednak vznikajúcich pri výrobe, jednak po ukončení životnosti výrobkov z plastov s cieľom šetrenia primárnych surovinových zdrojov. Pri recyklácii plastov sa využíva buď samotný materiál alebo energia, v ňom obsiahnutá.

Recyklácia použitých výrobkov nie je tak jednoduchá. V samotnom plaste dochádza pri jeho používaní k mnohým zmenám. Výrobok z plastu bol vystavený pôsobeniu mnohých vonkajších faktorov (teplo, svetlo, mechanické zaťaženie), plast zostarol a zmenili sa jeho vlastnosti. Tiež

mohlo dôjsť k jeho kontaminácii rôznymi nečistotami.

Plastové odpady môžu byť jednodruhové alebo viacdruhové (zmesové). Na rozdiel od jednodruhových plastových odpadov, zostáva recyklácia zmesových plastových odpadov stále problematická. Separácia a čistenie jednotlivých zložiek plastového odpadu sú technicky i ekonomicky náročné operácie. Recykláty plastových zmesí, získané jednoduchým miešaním v tavenine, sú lacné, ale majú horšie úžitkové vlastnosti. Dôvodom je vysoká nezmiešateľnosť väčšiny termoplastov, ktorá vedie k hrubej fázovej štruktúre a zlej adhézii zmesových zložiek čo je príčinou nevyhovujúcich mechanických vlastností.

1. RECYKLAČNÉ TECHNOLOGIE

Optimálny návrh recyklačnej technológie musí zohľadňovať požiadavky celospoločenské, ekonomické, ekologické, medzi ktoré patrí:

- *ekonomická rentabilita* – technologický postup má zabezpečiť, aby sa čo najväčší podiel recyklovanej látky uviedol do kolobehu,
- *selektívnosť procesu* – technologický proces má byť natoľko selektívny, aby látka, ktorá je predmetom recyklácie, bola čo najčistejšia,
- *recyklovaná látka* – forma tejto látky má umožniť jej najširšie použitie bez predbežných úprav,
- *návratnosť látok* – recyklačný proces má byť navrhnutý tak, aby bolo možné vracať do tohto procesu všetky pomocné látky, ktoré sa zúčastnili procesu, alebo aby ich bolo možné jednoducho získať,
- *porovnateľnosť nákladov* – náklady na recykláciu s nákladmi na zabezpečenie primárnej suroviny,
- *minimálny vplyv na životné prostredie* – recyklačný proces má byť malo odpadová, resp. bezodpadová technológia.

V súčasnosti je najviac analyzovaná sekundárna recyklácia, pričom sa jej inovácie delia na:

- vývoj nových triediacich a čistiacich technológií. Výsledným produktom je vysokokvalitný materiál takzvaný regranolát, ktorý má vlastnosti podobné primárnemu polyméru,

- priame spracovanie zmesového polymérneho odpadu, ktorý sa používa na menej náročné aplikácie

Výber vhodného technologického postupu triedenia a čistenia závisí predovšetkým od charakteru a zloženia plastového odpadu, obsahu anorganických a kovových materiálov, znečistenia a stupňa degradácie a v nepodstatnej miere od požiadaviek na aplikačné vlastnosti. Varianty zhodnocovania plastových odpadov sú znázornené na obr.1.

Pri výbere vhodného postupu na recykláciu plastov je potrebné zvážiť výsledky komplexnej materiálovej, ekonomickej a ekologickej analýzy. Faktorom, ktorý nepochybne ovplyvňuje možnosť využitia je veľké množstvo druhov a typov plastov, ktoré existujú. Priemysel obalovej techniky urobil početné zlepšenia v systémoch recyklácie a súčasne vyvinul nové druhy zariadení, ktoré sú schopné automaticky rozoznať, roztriediť a oddeliť rôzne druhy plastov aj podľa farby. Iba týmto spôsobom môže priemysel recyklácie plastov a plastových obalov prosperovať. Zdokonaľovanie technológií spracovania, ktoré umožňujú, aby priemysel recyklácie vyrábal čistejší recyklovaný výrobok pri súčasnom znížení prevádzkových nákladov.

2. TRIEDENIE PLASTOVÉHO ODPADU

Triedenie je prvým krokom pri úprave plastových odpadov. Plastové odpady sú väčšinou heterogénne, tvoria zmes rôznych polymérov.

Určenie správneho technologického postupu triedenia - separácie závisí od zloženia plastového odpadu, od zložkovitosti polymérov, od znečisťujúcich prísad ako aj od stupňa degradácie odpadov. Pri zhodnocovaní obalových plastov je potrebné vhodne riešiť mimo rôznorodosti druhov polymérov aj nejednotnosť týchto plastov. U obalových plastov sú často aplikované materiály z LDPE, LLDPE, BOPP, PS, HPS, PET, a PVC ako aj kombinované fólie LDPE/PA/LDPE väčšinou aplikované pri balení potravín a LDPE/EPP/LDPE prípadne iné. Pre triedenie týchto druhov je možné aplikovať rôzne princípy.

Najjednoduchším spôsobom triedenia je **ručné triedenie odpadov**, pri ktorom sa oddeľujú plastové odpady od iných neplastových častíc (sklo, kovy, textil, celulóza, drevo) a podobne. Miešaný plastový odpad sa vysype na dopravný pás prípadne na pracovný stôl, odkiaľ triediaci personál vyberá jednotlivé komodity. Výkon takejto prevádzky závisí od počtu nasadených pracovníkov ako aj od ich zručnosti (obr.2). Pri nabratí vysokej zručnosti je možné dosiahnuť výkon u triediacich pracovníkov cca 16-18 kg/Nh. Pri separácii plastov sa aplikujú rôzne typy detektorov a elektromagnetických separátorov. Využitelnosť

pri odpadoch prechádzajúcich z komunálneho zberu je vysoko závislá od stupňa znečistenia. Vyseparované suroviny z komunálneho zberu sú často vhodné len na menej náročné výrobky alebo ako výplňový materiál pri výrobe hrubostenných výrobkov (záhradné lavice, stoly, stoličky, plastové dielce, palety a iné).



Obr.2 Linka na ručné triedenie obalových plastov

Základom **automatického triedenia** je rýchla identifikácia polymérov podľa požadovaných kritérií a ich ukladanie do vopred určených zásobníkov (obr.3). U automatického triedenia sa dosiahne zvýšenie kapacity u triediacej prevádzky. V súčasnosti sú podobné prevádzky vybudované vo Francúzku, Nemecku, Veľkej Británii, Taliansku a Švajčiarsku. Pri automatickom triedení plastových odpadov vychádzajú nové technológie z rozdielnosti nasledujúcich parametrov a fyzikálnych veličín charakterizujúcich jednotlivé odpady.



Obr. 3 Automatický separátor

2.1 Súčasný stav triedenia plastových odpadov

Plastové odpady sú dovážané do firmy nákladnými automobilmi od zberateľských firiem z celého Slovenska. Väčšinou fóliové typy odpadov sú zalisované do menších a väčších bálav v závislosti od veľkosti lisovacej techniky ako aj od lisovacej sily.

Dodávatelia triedeného jednodruhového odpadu sa už cieľovo zamerajú počas zberu na určité druhy odpadov. Väčšinou sú to technologické odpady, ktoré vznikajú ako vedľajšie produkty pri vykonávaní určitých baliacich operácií. Vzhľadom na to že tieto odpady majú dostatočnú čistotu, po zhodnotení môžu nahradiť pri výrobe určitých produktov primárne suroviny granuláty.

Zložitejším problémom je aplikácia netriedeného viacdruhového – zmesového odpadu pri zhodnocovaní. Tento odpad okrem výrobkov z plastov zahŕňa aj iné neplastové komodity, prípadne aj biologický odpad. Mimo iných aj samotné odpady z plastov môžu byť kontaminované inými materiálmi ako sú napr. kov, drevo, papier, sklo, chemikálie. Zhodnocovať takýto zmesový odpad je nereálne a musí prejsť cez dotried'ovací proces. Pri dotried'ovaní by sa mali roztriediť zhodnotiteľné odpady do nezhodnotiteľných.

Ručné triedenie je neefektívne, preto sa zavádzajú rôzne typy detektorov, rozpúšťadiel, fluorescenčných buniek, elektromagnetických separátorov, prípadne usadzovacích nádrží. Využitie zberových odpadov je ovplyvňované ich mechanickými vlastnosťami a stupňom znečistenia. Často sú vhodné len na menej náročné výrobky, alebo ako náস্যový materiál.

Triedenie sa vykonáva za účelom odstránenia nežiaducich prímiesí, ako sú (papiere, nálepky, lepiace pásky, textilie, organický odpad) z povrchu plastových odpadov, ako aj za účelom zatriedenia plastov podľa druhov.

Vo firme, ktorá sa zaoberá dotried'ovaním zmesového plastového odpadu približne 16 zamestnancov pracujúcich na jednu zmenu. Počet zamestnancov sa z ekonomických dôvodov mení podľa potreby. Triedený odpad tvorí cca 20% z celkového zhodnoteného odpadu, pri nákladoch 1,03€ na hodinu a produktivite 17,7 kg/hod/osoba (obr.4). Zvyšné percentá predstavuje plastový odpad, ktorý nie je potrebné triediť.



Obr. 4 Triediaca hala

Z ekonomického hľadiska súčasné riešenie má nasledujúce nevýhody:

- *Nízka produktivita práce* u triediacich pracovníkov z dôvodu vykonania opakujúcich nadbytočných operácií súvisiacich s manuálnym triedením.

Do tohto môžeme zaradiť:

- Vykladanie odpadov z ocelových boxov na pracovné stoly,
- viacnásobné prekladanie odpadov na pracovnom stole z dôvodu dotried'ovania všetkých druhov s tým istým pracovníkom,
- zašpinenie čistého odpadu pri opakovanom prekladaní.
- *Strata času pri manipulácii* s málo objemovými zbernými vrecami a to:
 - naplnenie vytriedených odpadov do zberných vriec,
 - odvoz a vyprázdnenie plných vriec do ocelových boxov.
- *Väčšia možnosť výskytu zmiešania* vytriedeného materiálu pri vyprázdňovaní zberných vriec.

Z ergonomického hľadiska súčasné riešenie má tieto nevýhody:

- Vykonanie manuálnych operácií pri prekladaní odpadov z ocelových boxov na pracovné stoly ako aj pri opakovanom viacnásobnom prekladaní počas triedenia,
- prevoz a zdvíhanie zberných vriec pri vyprázdnení vytriedených odpadov do ocelových boxov.

Z kvalitatívneho hľadiska vykazuje terajšie riešenie nevýhodu a to najmä:

- *ťažkú identifikáciu kovov* a iných feromagnetických materiálov.

2.2 Navrhovaný variant linky pre triedenie plastových odpadov

Väčšina z fóliových odpadov prichádza v lisovanom stave, bály majú rozmer od 400x600 mm až po 1200x1200mm a sú zlisované rôznymi lisovacími silami. Aby triediaci personál nemusel na dotried'ovacej linke namáhavo rozoberať zlisovaný odpad, uvedenú operáciu urobí manipulant, ktorý bude nakladať surovinu na vynášací pásový dopravník. Uvedené riešenie bude smerovať k zníženiu namáhavej práce u triediaceho personálu a k zvýšeniu produktivity práce.

Roztiahnutie zlisovaných fólií manipulačným pracovníkom vedie aj k tomu, že odlučovač kovov s väčšou presnosťou a menším

odpadom vie odstrániť z vynášacieho pásového dopravníka znečistený odpad.

Aby výkon dotried'ovacieho zariadenia bol produktívnejší, personál nemôže naraz z fóliových odpadov vytriediť viac ako 4 druhy materiálu. Ak vstupný materiál je viaczložkový (napr. LLDPE, LDPE, HDPE, HPS, BOPP, prípadne obsahuje okrem priehľadných obalových materiálov aj farebné) je efektívnejšie, ak sa odpad spustí viac krát cez triediacu linku a postupne sa vytriedia jednotlivé komodity.

Pri navrhnutí linky na pracovisku pre triedenie plastových odpadov sa vychádzalo z požadovaných cieľov, ktoré mali odstrániť nevýhody súčasného riešenia a to:

- nárast objemu u jednodruhových plastov získaných počas triedenia,
- zvýšenie produktivity práce pri triedení,
- zvýšenie kvality u vytriedených odpadov,
- zníženie objemu u nepoužiteľných odpadov,
- zlepšenie ergonómie práce.

Navrhovaná linka pozostáva z nasledujúcich častí:

- vynášací pásový dopravník s odlučovačom kovov a iných feromagnetických materiálov,
- pásový dopravník do triediacej linky s krokovým pohonom,
- zásobník na odpady znečistené s kovmi a inými feromagnetickými materiálmi,
- nosná oceľová konštrukcia s plošinou a so šmykmi,
- oceľové boxy na vytriedené materiály,
- dotried'ovací pásový dopravník s metal detektorom na triedenie odpadov s kovovými materiálmi – obr.5.

Produktivita práce pri triedení odpadov navrhnutého variantu linky má priniesť zvýšenie výkonu triediacich pracovníkov s tým, že odpadnú určité opakovateľne vykonané manipulačné úkony, ktoré budú v budúcnosti centrálné vykonané. Problémy súvisiace s dotried'ovaním obalových materiálov, v ktorých sa nachádzajú drobné kovové súčiastky je vyriešený odlučovačom kovov.

ZÁVER

Účelom recyklácie v rámci materiálového zhodnocovania plastových odpadov je okrem plnenia dôležitého environmentálneho posolania uvedenej aktivity aj vytvorenie nového produktu. Tento bude spĺňať požadované a prijateľné fyzikálne vlastnosti a ekonomické ukazovatele, ktoré sa budú dať zužitkovať na trhu do finálnych výrobkov s požadovanou a akceptovateľnou pridanou hodnotou.

Pri návrhu linky na dotried'ovanie plastových odpadov sa aplikáciou dopravníkov a plošín podarilo dosiahnuť okrem racionalizácie materiálového toku aj lepšie priestorové využitie disponibilného pracovného priestoru a tým aj:

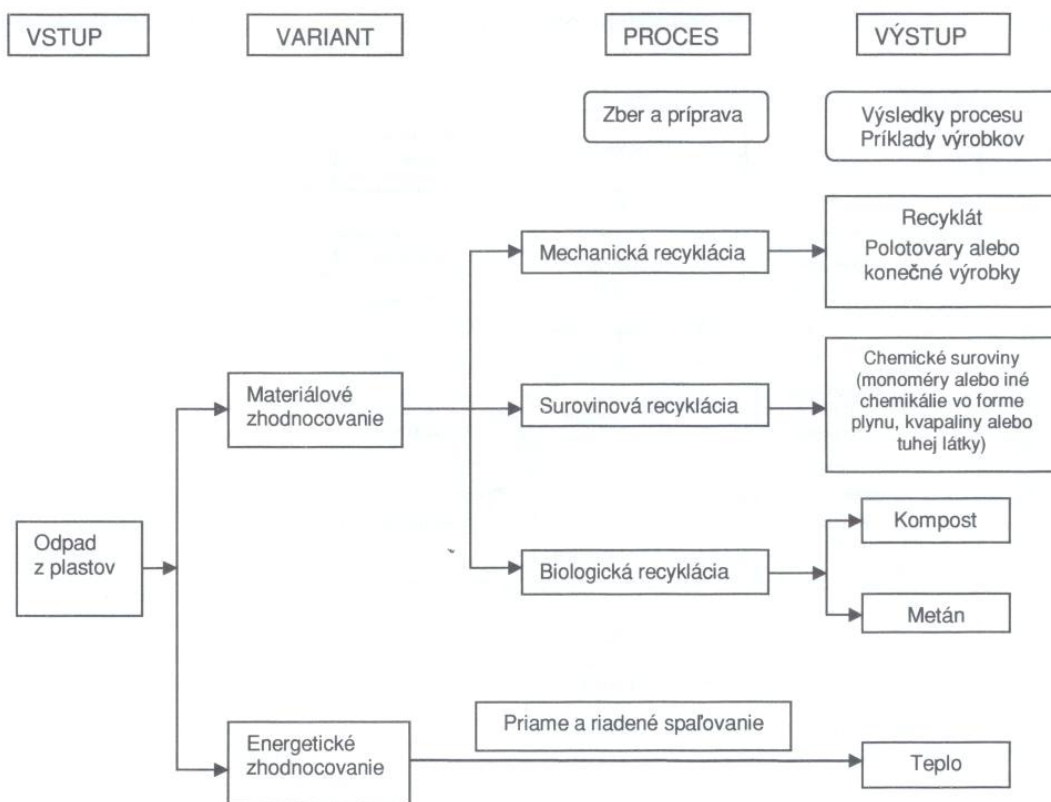
- zníženie výrobných nákladov na uvedenú pomocnú činnosť,
- zvýšenie objemu vytriedených plastových odpadov, vyhovujúcich na recykláciu bez ďalšej úpravy.

Napriek tomu, že návrh linky, a dúfame jej aplikácia v praxi vo firme, znamená výrazné vylepšenie existujúcej situácie v oblasti triedenia plastových odpadov, vývoj situácie ohľadne zabezpečenia výroby s vhodným plastovým odpadom bude nútiť firmy nakupovať aj menej kvalitný plastový odpad. V tom prípade sa už firmy, pracujúce s touto komoditou, nezaobídu bez ďalšieho zdokonalenia svojich pomocných technologických procesov o pranie odpadov pred recykláciou.

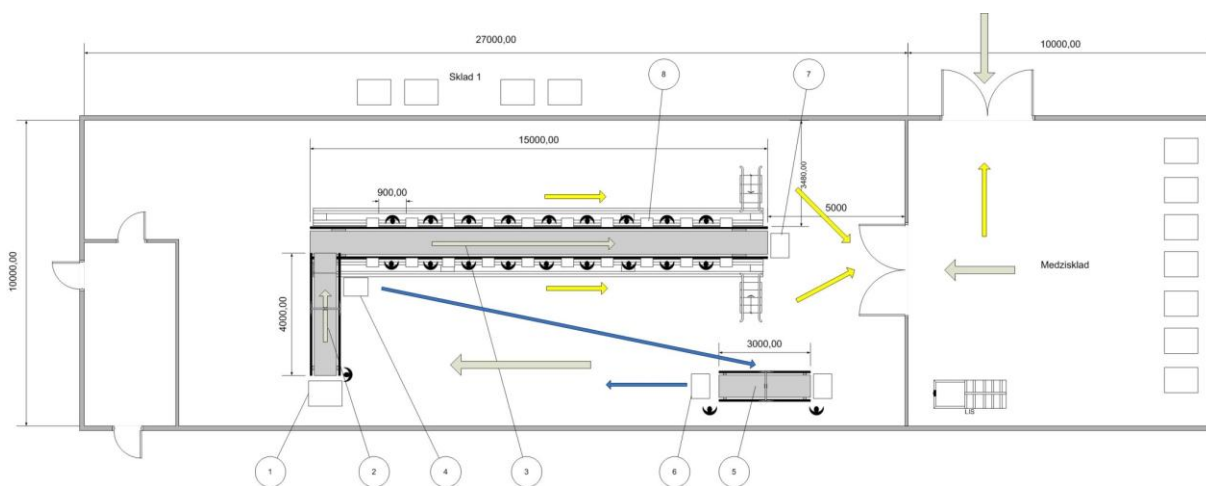
LITERATÚRA

- [1] M. Badida, M. Bosák, A. Paulíková: Recyklácia plastov. Košice: TU, 2006. 63s.
- [2] F. Greškovič, Ľ. Dulebová, J. Varga : Technológie spracovania plastov. Košice: TU, 2010. 200s. ISBN 978-80-553-0369-7.
- [3] Zákon č. 75/2002 Z. z. o vydaní výnosu č. 1/2002, ktorým sa ustanovujú jednotné metódy analytickej kontroly odpadov.
- [4] Zákon č. 529/2002 Z. z. o obaloch a o zmene a doplnení niektorých zákonov v znení zákona č. 245/2003 Z. z., zákona č. 525/2003 Z. z., zákona č. 24/2004 Z.z., zákona č. 443/2004 Z.z., zákona č. 587/2004 Z.z. a zákona č. 733/2004 Z.z..
- [5] Zákon č. 220/2005 Z. z. Nariadenie vlády Slovenskej republiky, ktorým sa ustanovujú záväzné limity pre rozsah zhodnocovania odpadov z obalov a pre rozsah ich recyklácie vo vzťahu k celkovej hmotnosti odpadov z obalov.
- [6] Smernica č. 2008/98/ES o odpade (Rámcová smernica o odpade).
- [7] Smernica č. 2005/20/ES, ktorou sa mení a dopĺňa smernica 94/62/ES o obaloch a odpadoch z obalov (slovenská verzia).

Tento článok bol vytvorený realizáciou projektu "Centrum výskumu riadenia technických, environmentálnych a humánných rizík pre trvalý rozvoj produkcie a výrobkov v strojárstve" (ITMS: 26220120060), na základe podpory operačného programu Výskum a vývoj financovaného z Európskeho fondu regionálneho rozvoja – aktivita 2.2 – Monitorovanie, riadenie a predikcia rizík pri vývoji a výrobe výrobkov z plastov. a KEGA č. 263-049TUKE-4/2010.



Obr.1 Schéma zhodnocovania plastových odpadov



Legenda

1. Nevytriedený lisovaný materiál
2. Vynášací pásový dopravník s odlučovačom kovov
3. Pásový dopravník triediacej linky
4. Vytriedený materiál s kovovými časťami
5. Pásový dopravník s metaldetektorom
6. Vytriedený materiál (neobsahuje žiadne kovy)
7. Odpad
8. Šmýkadlo

- ← Tok nevytriedeného materiálu
- ← Tok vytriedeného materiálu s kovovými časťami
- ← Tok vytriedeného materiálu

Obr.5 Návrh linky na triedenie plastových odpadov