
MECHANICAL PROPERTIES OF RECYCLING MATERIALS FROM HETEROGENIC PVC WASTES

Špaček I.¹, Kotovicová J.²

¹Department of Quality and Environment, Fatra, j. c. Napajedla, T. Bati 1541, Czech Republic

²Department of Applied and Landscape Ecology, Faculty of Agronomy, Mendel University in Brno, Zemědělská 1, 613 00 Brno, Czech Republic

E-mail: ivospacek@seznam.cz, kotovicj@mendelu.cz

ABSTRACT

The report describes evaluation of mechanical properties recycling of materials from PVC heterogenic waste. These recycling materials are produced of on mechanical recycling line. It works on the principle of mechanical shredding (grinding) and separating of PVC heterogenic waste. Target of this process is the granulate of PVC with defined quality, purity and dimension. The report describes methods of testing the product and statistical evaluation measuring of mechanical properties and possibility of using recycling materials back to the some or similar products.

Key words: PVC, recycling of composite plastic waste, mechanical shredding, mechanical properties, statistical evaluation

ÚVOD

Recyklace plastů a jejich následné využití se řadí mezi environmentálně šetrné postupy, u kterých můžeme vysledovat přínosy z několika hledisek. Z hlediska ochrany životního prostředí se jedná o postupy umožňující snižovat množství odstraňovaných odpadů jak skládkováním, tak spalováním. Recyklace umožňuje šetřit primární zdroje surovin. Z hlediska ekonomického umožňuje využívat relativně levnou vstupní surovinu. Naproti tomu však vyžaduje volit správné aplikace do výrobků. Je to dáno méně příznivými vlastnostmi recyklátů v porovnání s původními surovinami.

Jednou z možností recyklace plastů jsou způsoby mechanické recyklace. Metody „mechanické recyklace“ mají za cíl z odpadu plastu získat recyklát schopný dalšího zpracování přímo na výrobních technologiích či v kombinaci s dalšími přísadami upravit požadované vlastnosti. Jako pomůcka v problematice recyklace plastů může posloužit příručka ^[1]. Problematikou mechanické recyklace se zabývá např. studie ^[2]. Mechanická recyklace se řadí mezi procesy regenerace materiálů, které se při splnění podmínek dané technologie řadí mezi nejefektivnější způsoby. V maximální míře umožňuje redukovat dopady na životní prostředí při vlastním provádění recyklace. Environmentální dopady je nutno posuzovat během celého procesu recyklace, to znamená v celém životním cyklu - od vzniku odpadu plastu až po odstraňování konečných reziduí. Běžnými technologiemi je drcení a regranulace. Limitujícími faktory bývá většinou čistota vstupních odpadů. Pokud zpracovatelská technologie nemá stupeň pro čištění plastových odpadů (vymývání či separace nečistot), není schopna zpracovávat odpady pocházející např. z oblasti komunální sféry. Limitujícím faktorem je rovněž heterogenita zpracovávaných odpadů způsobená kombinací různých typů plastů a rovněž heterogenita způsobená textilními výztužnými materiály. Právě tento druhý případ recyklace odpadů tvořených plastem (měkkým PVC) s výztužnou textilní tkaninou je předmětem příspěvku.

Ke specifikaci plastových recyklátů na bázi PVC slouží norma ČSN EN 15346 ^[3]. Tato norma specifikuje charakteristiky recyklátů, udává metody zkoušení a posouzení PVC recyklátů určených pro použití v polotovarech a konečných výrobcích. Norma stanovuje povinně zkoušené parametry, které musí být stanovovány u každé posuzované šarže recyklátu.

MATERIÁL A METODIKA

Příspěvek se zabývá vyhodnocením mechanických vlastností recyklátů vznikajících na recyklační lince instalované ve společnosti Fatra, a.s. Linka slouží primárně pro zpracování heterogenních odpadů PVC^[4]. Zpracovávají odpadů pocházejí z hydroizolačních folií, jejichž struktura je tvořena měkčeným PVC a výztužným materiálem PES. Na obr. 1 je znázorněn řez touto folií s patrnou textilní mřížkou PES. Některé typy hydroizolačních folií mohou být na jedné straně navíc opatřeny netkanou textilní podložkou.



obr. 1 – detail zabudované PES mřížky na řezu hydroizolační fólie

Recyklát z těchto odpadů je vyráběn procesem mechanické recyklace s odlučováním (separací) textilního podílu. Separací je minimalizován podíl textilních vláken v recyklátu. Příměs vláken je nežádoucí jak z hlediska možností další zpracovatelnosti, tak z hlediska fyzikálně mechanických vlastností recyklátu a z něho vyrobeného produktu.

Princip recyklace a strojní zařízení je popsáno v^[4]. Jedná se o linku, na které se výsledný granulát získává postupným drcením (rozrušováním) odpadu a pneumatickým odlučováním textilních PES vláken. Stupeň odloučení vláken je kompromisem mezi požadovanými mechanickými vlastnostmi recyklátu a stupněm odloučení vláken. Je zřejmé, že platí nepřímá úměra mezi stupněm čistoty granulátu a výkonovými parametry. S vyšším stupněm odlučování vláken klesá výkon zařízení a procento výtěžnosti. Při vyšším stupni odlučování vláken dochází ke ztrátám jemnějších podílů PVC, které se vlivem pneumatického odlučování dostávají do vznosu podobně jako vlákna a odcházejí společně s odlučovými vlákny.

Výsledným produktem je recyklát (drt) znázorněný na obr.2. Velikost částic je dána konfigurací a nastavením linky. Je volena tak, aby vyhovovala následným technologiím zpracovávajícím tento recyklát.

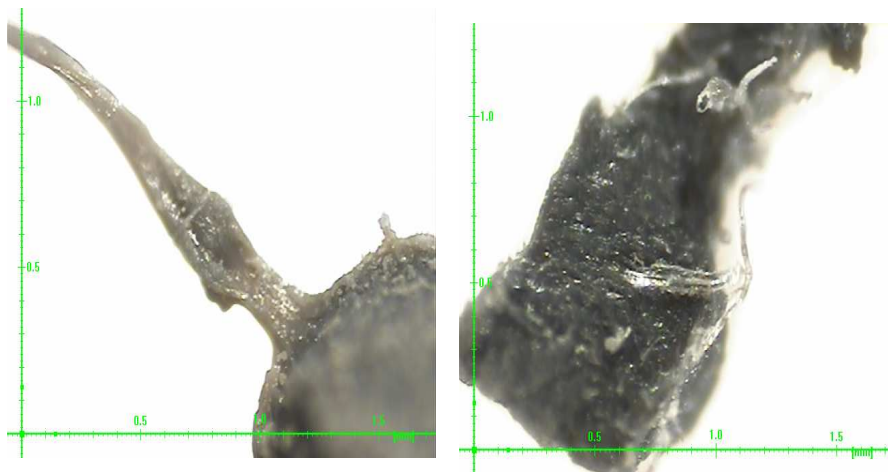


obr. 2 – výsledný produkt - recyklát (drť) PVC



obr. 3 – recyklát (drť) PVC – detail částic se zbytkovými vlákny

Obr. 3 představuje detail částic recyklátu. Jsou patrná volná zbytková vlákna mezi částicemi recyklátu i vlákna vycházející z částic drtě.



obr. 4 – mikrofotografie detailu okraje částice drtě se zbytkovými vlákny

Na povrchových partiích jednotlivých částic drtě – obr. 4 jsou patrná zbytková vlákna zakotvená do vlastní částice. Tato vlákna již není možno uvolnit bez dalšího rozrušení (zmenšení) částic drtě.

VÝSLEDKY A DISKUZE

Jak již bylo uvedeno, obsah zbytkových vláken ovlivňuje fyzikálně mechanické vlastnosti. Pro možnost zpětného použití recyklátu do původních či obdobných výrobků produkovaných technologiemi vytlačování či válcování bylo provedeno hodnocení drtě – recyklátu z hlediska požadovaných mechanických vlastností. Záměrem bylo současně vyhodnotit naměřené parametry statisticky, to znamená, že součástí je i vyhodnocení způsobilosti procesu [6, 7, 8].

Definovaná kritéria pro zpětné využití do výrobků jsou pevnost v tahu a tažnost. V rámci uskutečněných experimentů byl prováděn odběr vzorků výsledného recyklátu. Vzorkovacím místem je výstup linky před balením recyklátu do přepravní jednotky – PE pytlů, či volně sypané drtě do kovových přepravních boxů. Z odebraných vzorků drtě je při zkouškách zhotovena folie na laboratorním dvouválcí. Pevnost a tažnost jsou následně hodnoceny dle ČSN EN 12311-2, metoda B [5].

Požadované parametry recyklátu – drtě zjišťované na zkušebních tělesech:

- pevnost v tahu min. 14 MPa
- tažnost min. 220 %

Měření parametrů recyklátu probíhalo v rámci ověřovacích zkoušek linky. Byla provedena série testů sloužících pro ověření požadovaných parametrů a ověření způsobilosti procesu. Každé statistické vyhodnocení vychází ze souboru dat získaných z cca 30 až 35 dílčích vzorků odebíraných ve stanovených intervalech. U každého odebraného vzorku byly provedeny předepsané zkoušky na stanovení pevnosti v tahu a tažnosti.

Histogramy a výsledky statistického vyhodnocení jsou uvedeny v příloze na obrázku 5 pro dvě série měření. Pro posouzení vývoje procesu recyklace v čase bylo uskutečněno celkem pět sérií měření plus jedna série při prvotním zajíždění linky (série měření označená jako 0). Výsledky shrnuje následující tabulka:

Série měření	Pevnost v tahu MPa	Směrodatná odchylka MPa	Způsobilost procesu C_{pk}	Tažnost %	Směrodatná odchylka %	Způsobilost procesu C_{pk}
0	16,4	1,08	0,76	233	13,3	0,32
1	16,2	1,24	0,59	227,3	8,3	0,29
2	16,4	0,72	1,10	231,9	6,1	0,65
3	16,4	0,78	1,01	229,9	7,5	0,44
4	16,5	0,96	0,88	233,6	9,5	0,48
5	16,4	0,72	1,10	231,0	5,7	0,64

Hodnota míry způsobilosti procesu C_{pk} představuje ukazatel dosaženého stupně centrování procesu^[7], schopnosti procesu dodávat výstup v rámci tolerovaného rozmezí hodnot a specifikovaného technického standardu^[8]. V tomto příspěvku popisovaný recyklát je prioritně určen pro zpětné zpracování do hydroizolačních fólií. Tyto fólie nacházejí uplatnění v průmyslu stavebnictví. Stavebnictví, používající hydroizolační folie pro izolace staveb a v popisovaném případě pro izolace střešních pláštů, obvykle nemá stanovenou požadovanou hodnotu C_{pk} . Jako vodítko pro porovnání hodnoty C_{pk} může posloužit oblast automotive, kde jsou hodnoty C_{pk} důsledně sledovány tak, aby dodavatel poskytoval záruku toho, zda splní požadované parametry a zajistí kvalitu dodávek v čase. V případě dodávek výrobků do automotive je vyžadována hodnota $C_{pk} > 1,33$, vztažená na existující proces^[8,9]. U jednostranně stanoveného intervalu, jako je tomu v našem případě a pro existující proces je vyžadována hodnota $C_{pk} > 1,25$ ^[8].

ZÁVĚR

Naměřená data pocházejí z období zkoušek na recyklační lince a jejího uvádění do provozu. Z hlediska naměřených a statisticky vyhodnocených dat lze konstatovat:

- Požadované hodnoty pevnosti v tahu jsou splněny. Naměřené průměrné hodnoty se pohybují v rozmezí od 16,2 do 16,5 MPa, přičemž požadovaná hodnota je 14 MPa. Způsobilost procesu je v intervalu od 0,6 do 1,10.

- Požadované hodnoty tažnosti jsou splněny. Naměřené průměrné hodnoty se pohybují v rozmezí od 227 do 233 %, přičemž požadovaná hodnota je 220 %. Způsobilost procesu C_{pk} je nižší než u pevnosti v tahu a pohybuje se v intervalu od 0,32 do 0,65.

Na základě dosažených výsledků lze konstatovat, že recykláty – drtě vyráběné na recyklační lince splňují požadované hodnoty pevnosti a tažnosti a jsou vhodné pro zpětné navracení do původních výrobků.

LITERATURA

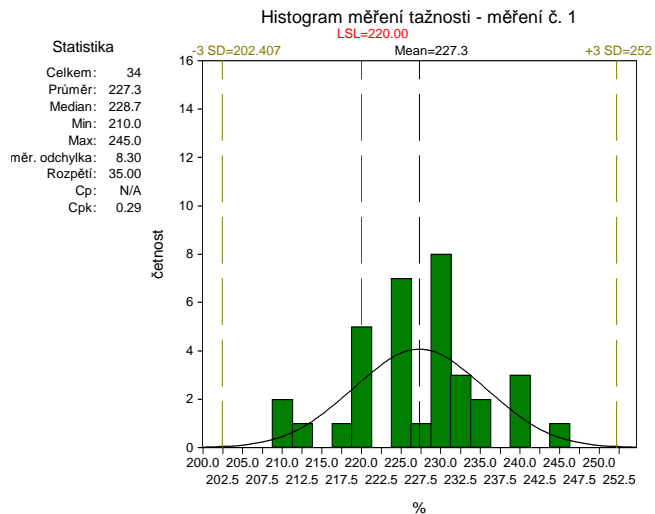
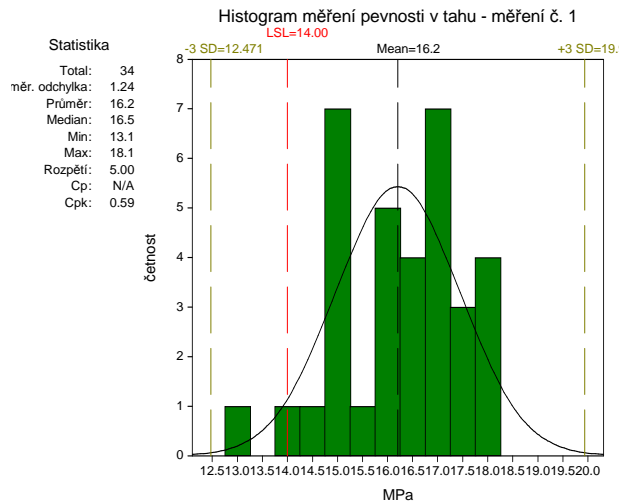
- [1] ISO/TC 61/WG 2 N 5206 Plastics —Guide for the production of recycled plastics materiále
- [2] Mechanical Recycling of PVC Wastes
Study for DG XI of the European Commission, January 2000, Eckhard Plinke
- [3] ČSN EN 15346 Plasty – Recyklované plasty- Charakterizace polyvinylchloridových (PVC) recyklátů (srpen 2008)
- [4] Recyklace plastových odpadů z výroby PVC střešních folií. Mendelnet 2009
Špaček I., Kotovicová J.
- [5] ČSN EN 12311-2 Hydroizolační pásy a fólie - Stanovení tahových vlastností - Část 2: Plastové a pryžové pásy a fólie pro hydroizolaci střech
- [6] ČSN ISO/TR 10017 Návod k aplikaci statistických metod
- [7] ČSN ISO 3534-2 Statistika – slovník a značky, část 2: Statistické řízení jakosti
- [8] http://cs.wikipedia.org/wiki/Index_zp%C5%AFsobilosti_procesu
(8. 10. 2010)
- [9] <http://www.iss-cz.com/jakost/dodavatelsky-manual.html>
(8. 10. 2010)

datum v závorkách u odkazu na www stránky = datum ověření funkčnosti odkazu

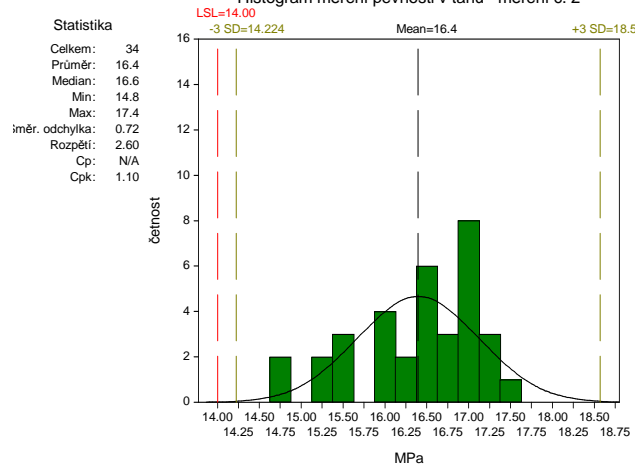
POUŽITÉ ZKRATKY

PVC	polyvinylchlorid
PES	polyester
PE	polyetylén

Příloha - obr. 5 – histogramy a statistická vyhodnocení pro dvě série dat



Histogram měření pevnosti v tahu - měření č. 2



Histogram měření tažnosti - měření č. 2

