

Technická zpráva – Funkční vzorek

Autoři: Ing. Dušan Kovač, Ing. Matěj Filip (Simple Engineering s.r.o.),
Bc. Mikuláš Vaszi, Ing. Jana Sklenářová, Ing. Jiří Perner, prof. Dr. Ing. Juraj Kosek
(VŠCHT Praha).

Název česky: **Nabíjecí jednotka s nastavcem pro dvousložkové směsi**

Název anglicky: **Charging unit with adaptor for two-component mixtures**

Klíčová slova česky: Tribonabíjení, tribocyklon, recyklace, udržitelnost

Klíčová slova anglicky: Tribocharging, tribocyclone, recycling, sustainability

Datum: 19. 6. 2024

Abstrakt česky:

Prezentovaný funkční vzorek popisuje laboratorní tribocyklonové nabíjecí zařízení, které funguje na principu fluidace a umožňuje intenzivnější a velkokapacitní tribonabíjení. Hlavním znakem funkčního vzorku je zajištění nabíjení typu částice-stěna. Ve funkčním vzorku je blíže popsána konstrukce a funkce zařízení. Vyvinuté konstrukční a provozní řešení může být použito pro scale-up a jako předstupeň triboseparátoru pro velkokapacitní recyklaci plastového odpadu.

Abstrakt anglicky:

The presented functional specimen describes a laboratory tribocharging device which operates on the principle of fluidization and enables more intensive and high-capacity tribocharging. A major characteristic of this specimen is ensuring that tribocharging is in particle-wall mode. In the functional specimen, the design of the device and its operating solution are described in more detail. The developed design solution can also be used for scale-up and as a pre-stage of a triboseparator for high-capacity recycling of plastic waste.

Popis funkčního vzorku:

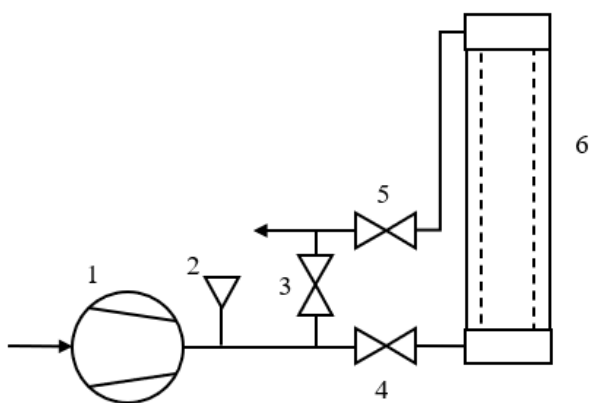
Funkční vzorek laboratorního tribocyklonového nabíjecího zařízení je schematicky znázorněn na Obrázek 1. Jednotka je principem mechanismu odvozena od tribocyklonu, ale konstrukčně se od něj liší. Nabíjecí komora je tvořena mezitrubkovým prostorem dvou PVC trubek o výškách 100 cm. Vnější průměr trubek je 160cm, vzdálenost mezi vnitřními stěnami je 2,8 cm. Nabíjecí komora je utěsněna podstavcem, do kterého je přiváděn vstupní proud, a horním krytem, kterým nabíjecí komoru opouští nosný plyn. Vsádka je unášena proudem vzduchu do nabíjecí komory, kde je vsádka uvedena do vznosu vlivem fluidace a kontinuálně třena o stěny komory, čímž částice získají elektrostatický náboj (zařízení je navrženo tak, aby primárním mechanismem tribonabíjení byly právě zmíněné kolize částice-stěna). Vsádka vystoupá do výšky odpovídající rovnováze sil a nosné médium následně opouští nabíjecí komoru horním krytem. Proud nosného vzduchu je generován vysavačem Parkside a regulován ventily na přítoku, odtoku a obtoku nabíjecí komory. Pro odebrání vsádky po dokončení nabíjení jsou dvě možnosti – buď lze vsádku dopravit do sběrného pytle ve vysavači, nebo lze nabíjecí komoru rozebrat a odebrat vsádku v podstavci. Součástí řešení jsou možnosti náklonu vstupu vsádky do zařízení – natočení tang. vstupu 5°, 10° a 15°.

Ověření vlastností funkčního vzorku:

Zde prezentované experimenty byly prováděny se vzorky reálného nadrceného plastového odpadu ABS, PET a PP, které byly rozsítovány na velikostní frakce viz Tabulka 1. Hmotnost vsádky byla vždy okolo 5 gramů a byla zkoumána závislost měrného náboje jednotlivých velikostních frakcí

na čase, primárně doba potřebná pro dosažení saturačního náboje a závislost měrného náboje na střední velikosti frakce. Jelikož tribonabíjení je závislé na okolních podmínkách, byla při experimentu měřena teplota vzduchu vystupujícího z nabíječe a relativní vlhkost v místnosti, která byla regulována odvlhčovačem vzduchu. První bylo ověřeno, že jednotka splňuje nárok na let drti – částice drcených plastů se v jednotce nezasekávají, během letu se rozprostírají a třou o stěnu vnější trubky, podařilo se tak maximalizovat dobu kontaktu vzorku s nabíjecí stěnou a zabránit vzájemnému tření vzorků o sebe.

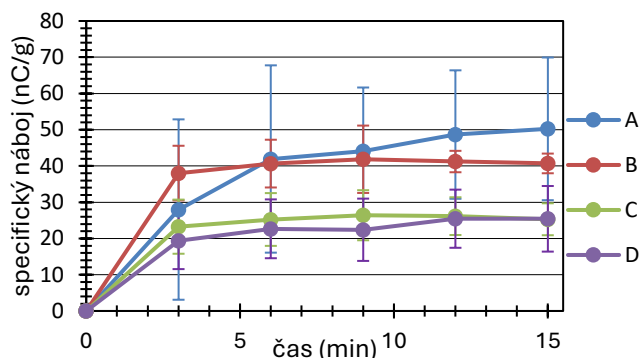
Následně se ověřilo, zda dochází k opakovatelnému tribonabíjení – vzorky se nabíjejí na dostatečné hodnoty náboje potřebného k separaci, nabíjení je opakovatelné, ustálený náboj je dosažen rychle. Na Obrázek 2 lze vidět porovnání specifických nábojů všech velikostních frakcí ABS. Z grafu je patrné, že s rostoucí velikostí částic klesá hodnota saturačního náboje, což odpovídá teorii, protože elektrostatické nabíjení je povrchový jev a menší částice mají větší měrný povrch [1]. Na Obrázek 3 je ukázka dosažených specifických nábojů pro různé druhy drti plastového odpadu nabíjených za stejných podmínek. Z grafu je patrné, že saturačního náboje bylo pro všechny materiály dosaženo již po 3–5 minutách nabíjení, což indikuje, že zařízení je schopné nabíjet větší množství částic za velmi krátkou dobu. Pro vybrané druhy vzorků se daří dosahovat odlišných nábojů – to značí, že při nabíjení směsi bude možné danou směs separovat. V jednotce následně byly nabíjeny i dvousložkové směsi, jejich následná úspěšná separace potvrdila funkčnost nabíjecí jednotky i pro směs vzorků.



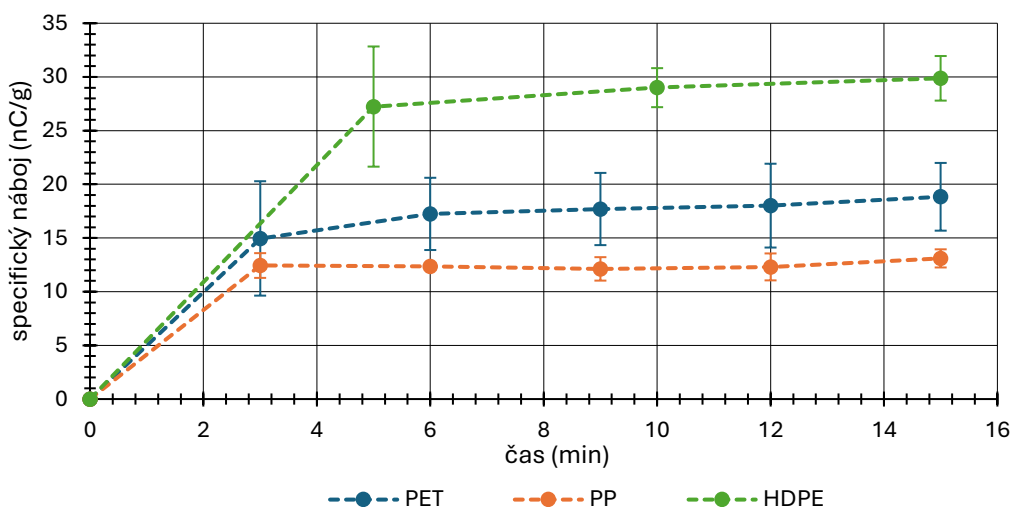
Obrázek 1. Fotografie (vlevo) a schéma (vpravo) tribocyklonového laboratorního nabíjecího zařízení: 1) vysavač Parkside; 2) násypka vsádky; 3) ventil na obtoku; 4) ventil na přítoku; 5) ventil na odtoku; 6) nabíjecí komora.

Tabulka 1:
Označení velikostních frakcí.

Označení	Velikost (mm)
A	1,70
B	2,58
C	3,58
D	4,50



Obrázek 2. Porovnání měrného náboje jednotlivých velikostních frakcí ABS v čase. Teplota výstupního vzduchu ($25,0 \pm 1,4$) °C a relativní vlhkost v laboratoři (28 ± 4) %.



Obrázek 3. Výsledky nabíjení drcených odpadních plastů z velikostní frakce D o střední velikosti 4,5 mm. V nabíjecí jednotce dochází k rychlému a opakovatelnému nabíjení vzorků, nabíjecí nástavec z PVC se ukazuje jako vhodný k rozdělení studovaných plastů. Teplota výstupního vzduchu z nabíjecí jednotky ($26,0 \pm 1,6$) °C a relativní vlhkost v laboratoři (32 ± 6) %.

Reference

1. G. Wu, J. Li, and Z. Xu, *Triboelectrostatic separation for granular plastic waste recycling: A review*. Waste Management, 2013. **33**(3): p. 585-597.

Poděkování

Tento funkční vzorek byl vytvořen se státní podporou Technologické agentury ČR v rámci Programu Národní centra kompetence, projekt Národní centrum kompetence polymerních materiálů a technologií pro 21. století, registrační číslo projektu TN02000051 (DP005).