

Technická zpráva – Funkční vzorek

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

Název česky: **Nabíjecí jednotka s nástavcem pro vícesložkové směsi**

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

Klíčová slova česky: Tribonabíjení, tribocyklon, recyklace, udržitelnost

Klíčová slova anglicky: Tribocharging, tribocyclone, recycling, sustainability

Datum: 24. 3. 2025

Abstrakt česky:

Prezentovaný funkční vzorek popisuje laboratorní tribocyklonové nabíjecí zařízení, které funguje na principu fluidace a umožňuje intenzivnější a velkokapacitní tribonabíjení. Návrh vychází z designu funkčního vzorku **TN02000051/-V03 (Nabíjecí jednotka s nástavcem pro dvousložkové směsi)**. Hlavním znakem funkčního vzorku je tedy i nadále zajištění nabíjení typu částice-stěna, nově však umožňuje zpracovávat větší množství vzorku díky rychlejšímu nabíjení a především cílí na širší spektrum směsí díky výměnné části tribocyklonu. Ve dokumentu 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 functional sample presented here describes a laboratory tribocyclone charging device that operates on the principle of fluidisation, enabling more intensive and high-capacity tribocharging. Its design is based on the **TN02000051/-V03 functional sample (charging unit with attachment for two-component mixtures)**. While the main feature of the functional sample remains to ensure particle-wall charging, it now allows for the processing of larger sample quantities thanks to faster charging. Above all, it can handle a wider range of mixtures thanks to the interchangeable part of the tribocyclone. The document provides a more detailed description of the device's design and function. This design and operational solution can be used for scaling up and as a precursor to a triboseparator for large-capacity plastic waste recycling.

Popis funkčního vzorku:

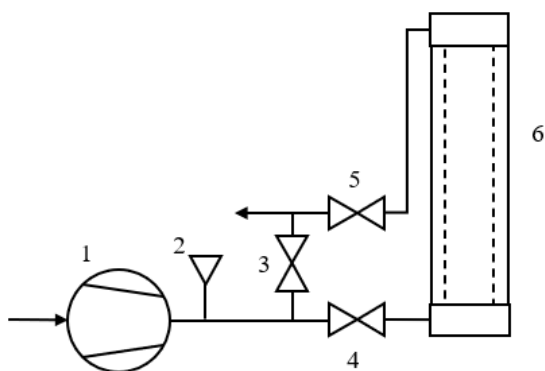
Návrh vychází z designu funkčního vzorku **TN02000051/-V03 (Nabíjecí jednotka s nástavcem pro dvousložkové směsi)**, který je schematicky znázorněn na *Obrázek 1*. Nabíjecí komora je tvořena mezitrubkovým prostorem dvou trubek o výškách 100 cm. Vnější průměr trubek je 160 cm, vzdálenost mezi vnitřními 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 vlnoslivlivem fluidace a kontinuálně třena o stěny komory, čímž částice získávají elektrostátický 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.

Jako **nástavec pro vícesložkové směsi** je v zařízení uvažována celá nabíjecí komora (viz . Zařízení obsahuje výměnné komory se stejnými rozměry, ale s jiným materiálovým složením (PVC, PP,

HDPE, PET). Proud nosného vzduchu je generován ventilátorem CORMAK FN300SN s výkonem odsávání až 3900 m³/h, otáčky ventilátoru je možné regulovat. Proud nosného vzduchu je dále regulován ventily na přítoku, odtoku a obtoku nabíjecí komory. Pro odebrání vsádky po dokončení nabíjení jsou dvě možnosti – buď lze vsádku dopravit do sběrné nádoby, 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:

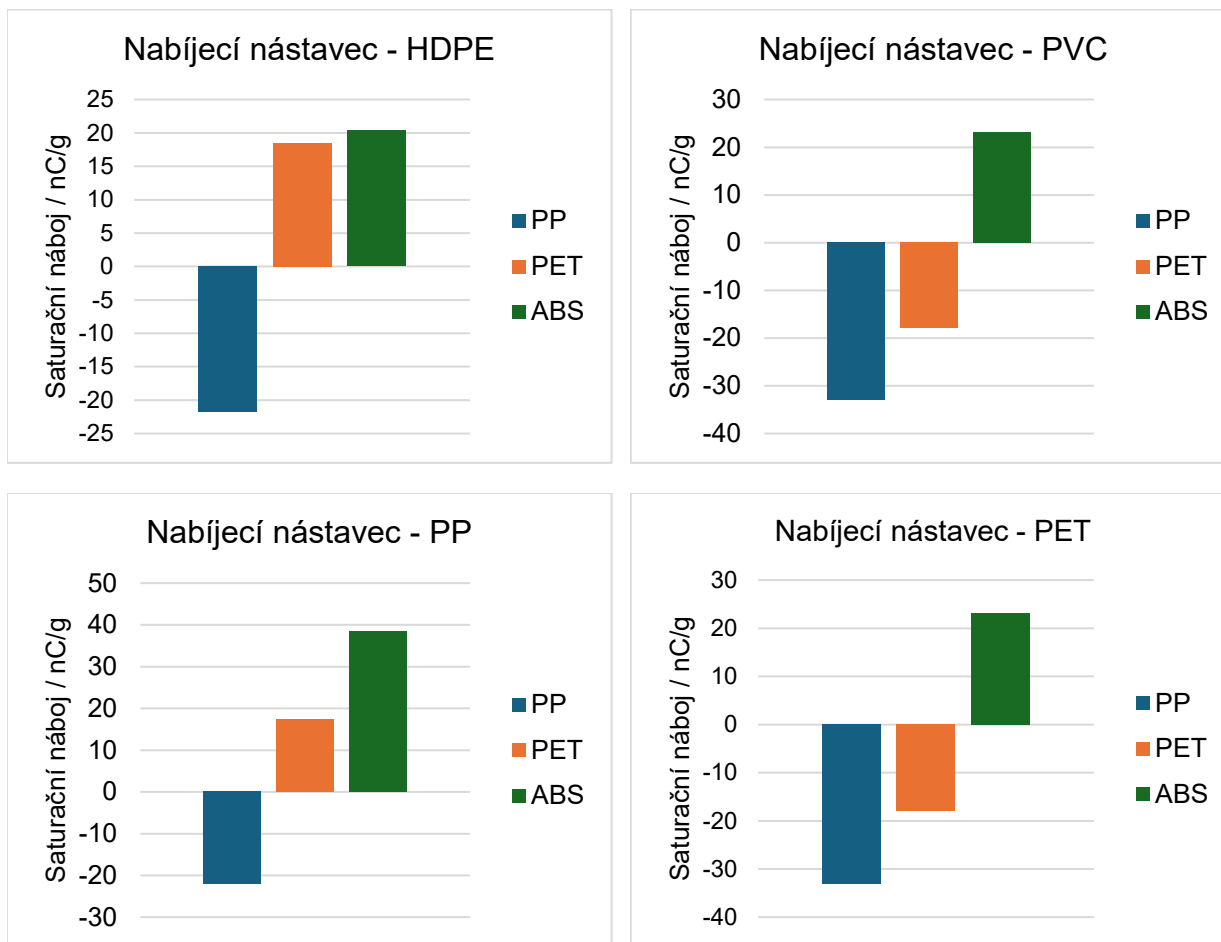
Ověření vlastností funkčního vzorku bylo provedeno se vzorky odpadních drtí PP, PET, ABS. Vzorky byly pomocí vibračního síťování roztrženy do velikostních frakcí, pro všechny materiály byly vybrány frakce se střední velikostí 45 mm. Během experimentů byla měřena a udržována teplota a relativní vlhkost vzduchu (23 °C, 30–35 % RH, regulováno pomocí odvlhčovače vzduchu). Pohyb částic v zařízení byl již ověřen v předchozím zařízení, přidání ventilátoru však díky vyššímu výkonu dovoluje lépe využít větší frakci vnitřní plochy nabíjecí komory. Cílem bylo především ověřit, zda použití jednotlivých nabíjecích nástavců vede k rozdílnému nabíjení vzorků a 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 3* je ukázka dosažených specifických nábojů pro různé druhy drtí plastového odpadu nabíjených za stejných podmínek při použití nástavců z jiných materiálů. Pro vybrané druhy vzorků se daří dosahovat odlišných nábojů – směsi daných materiálů tedy lze třídit. Jako dva základní nástavce byly vybrány nástavce z PVC a PP.



Obrázek 1. Schéma (vlevo) tribocyklonového laboratorního nabíjecího zařízení: 1) ventilátor; 2) násypka vsádky; 3) ventil na obtoku; 4) ventil na přítoku; 5) ventil na odtoku; 6) nabíjecí komora.



Obrázek 2. Fotografie hlavních částí funkčního vzorku: ventilátor CORMAK FN300SN (vlevo), vyměnitelná nabíjecí komora, zde obsahuje nástavce z PP (vpravo).



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. Demonstrační výsledky ukazují, že oddělit směs PP + ABS je možné kterýmkoliv nástavcem, k oddělení směsi PP + PET lze použít nástavec z PP či PE, k oddělení směsi ABS + PET nástavec z PET či PVC.

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).