

Technická zpráva – Funkční vzorek

23.6.2024

| | |
|--------------------------------|---|
| Autoři: | Ing. Jakub Klimošek, prof. Dr. Ing. Juraj Kosek |
| Název česky: | Automatizovaná frakcionační aparatura |
| Název anglicky: | Automated fractionation apparatus |
| Klíčová slova česky: | Recyklace, Udržitelnost, Plasty, Automatizace |
| Klíčová slova anglicky: | Recycling, Sustainability, Plastics, Automation |

Abstrakt česky:

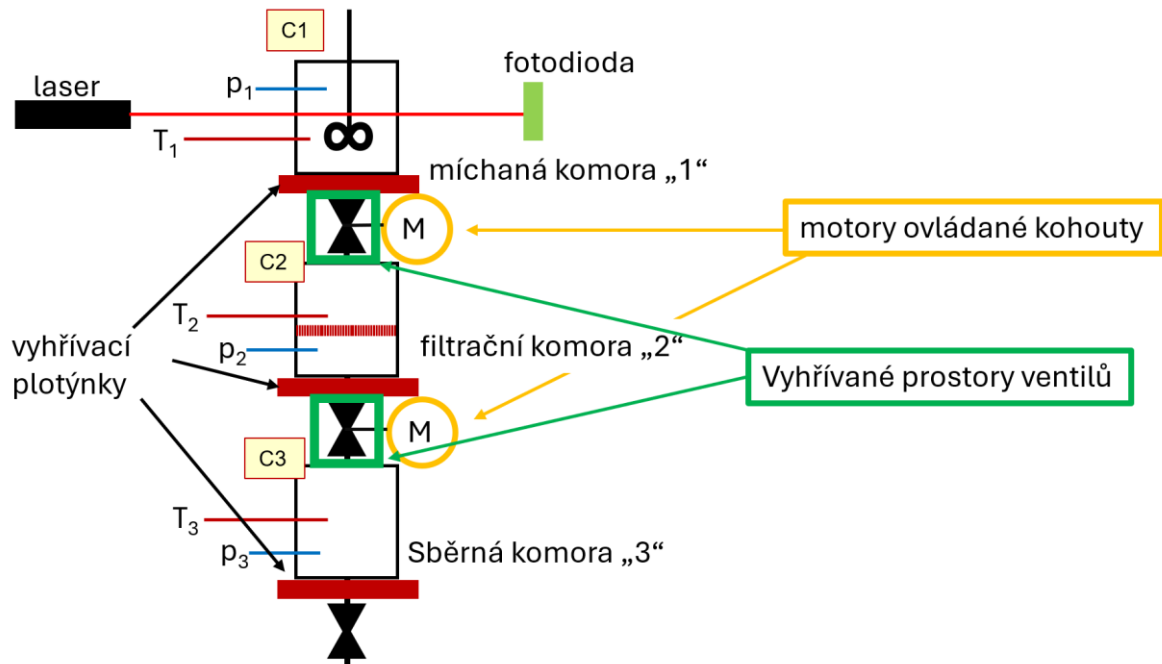
Prezentovaný funkční vzorek je výsledkem dalšího vývoje frakcionační metody pro udržitelnější způsoby recyklace a zpracovávání plastových materiálů. Cílem této frakcionační metody je zhodnotit degenerované jednodruhové plasty či rozdělit kompozitní materiály. Právě kompozity se ukazují velkou výzvou pro budoucí technologie pro jejich udržitelné zpracovávání. Například skrze textilní průmysl produkujeme masy textilního odpadu, které doposud neumíme efektivně recyklovat kvůli propletení jednotlivých druhů vláken. Také vícevrstvé obaly potravin nelze separovat na jednotlivé polymerní druhy, a tedy opět není metody pro jejich zpracování a znovupoužití. Frakcionační metoda pracuje na principu selektivního rozpouštění plastů a jejich následné separaci. Náplní tohoto funkčního vzorku bylo automatizovat stávající metodu s cílem dosáhnout opakovatelných experimentů, které nevyžadují nepřetržitý dozor operátora.

Abstrakt anglicky:

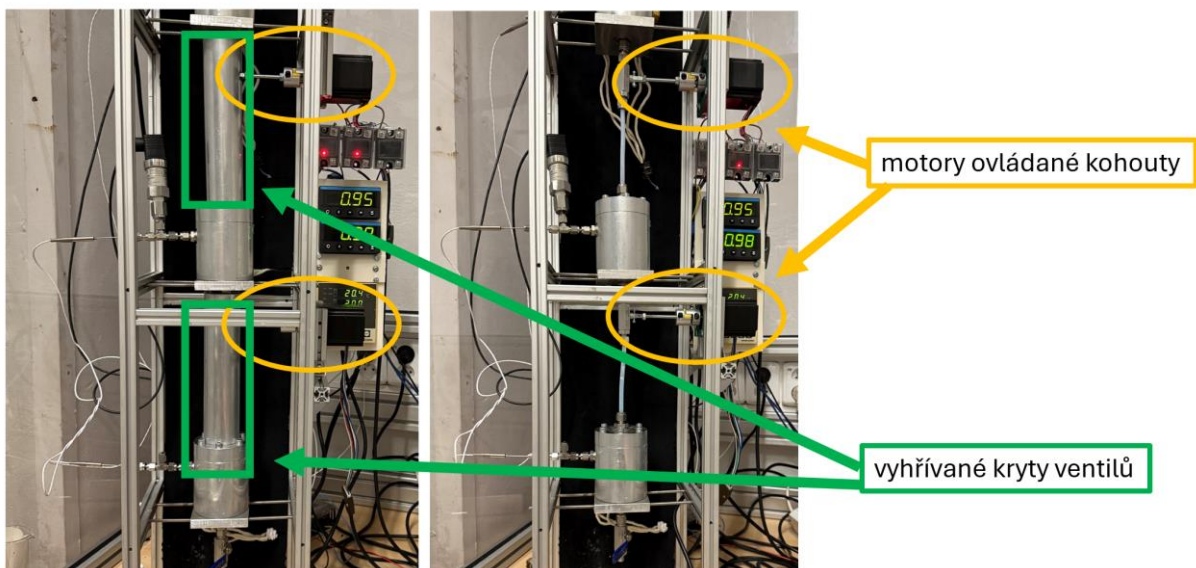
A presented functional specimen is a result of a continuing development of fractionation method for sustainable processes of plastic recycling. The goal of fractionation method is to reduce a degenerated polymer content in plastics or separate composite materials. The composites seem to be a great challenge for future technologies and feasible plastics waste processing. The textile industry produces enormous amount of waste, which is difficult to recycle. Still, we don't have a technology to effectively recycle textiles. The multilayer food packaging cannot be separated into single species polymer and again we don't have a technology to recycle it. The fractionation technique is based on plastics selective dissolution and their following separation. The aim of this functional specimen is to automate the current apparatus with a goal to get repeatable experimental results without continuous operator supervision.

Popis funkčního vzorku:

Na **obrázku 1 a 2** je představeno schéma a fotodokumentace automatizované frakcionační aparatury, která se skládá ze tří hlavních komor. V horní komoře probíhá rozpouštění vsádky plastového materiálu ve zvoleném rozpouštědle při definované teplotě a tlaku. Po rozpouštění následuje řízené chlazení do bodu, kdy je směs čerpána přes nerezový filtr, na kterém je zachycena část polymerního materiálu, a to méně rozpustný polymer. Okamžik, ve kterém je vhodná směs filtrovat, určuje fotodiódový modul s laserem. Tento modul sleduje turbiditu směsi a při poklesu intenzity procházejícího záření (polymer se začíná srážet) indikuje body filtrace polymerního roztoku. Ve spodní komoře se nalézá po filtraci více rozpustná frakce.



Obrázek 1: Schéma automatizované frakcionační aparatury.



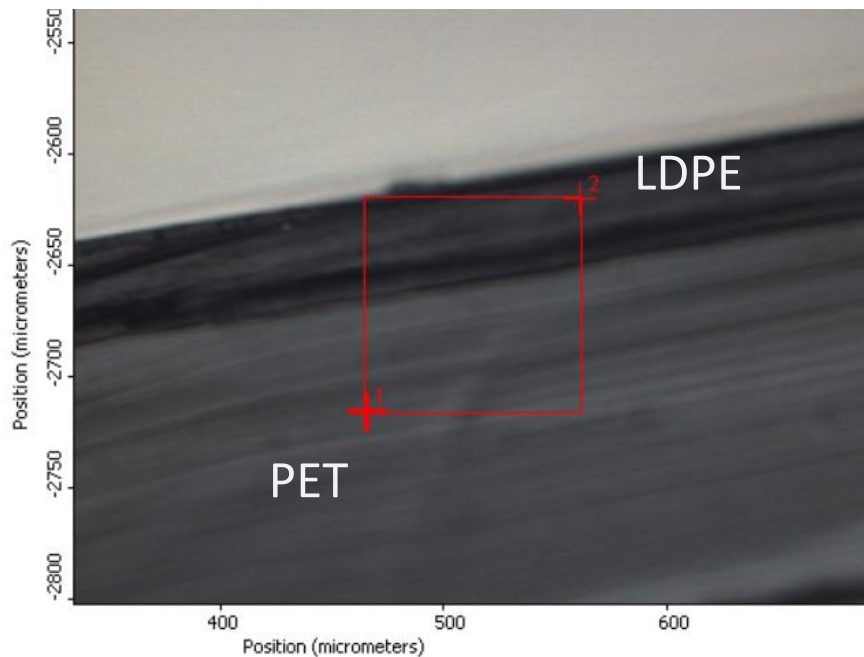
Obrázek 2: Fotografie detailu automatizační úpravy aparatury.

Realizace automatizace:

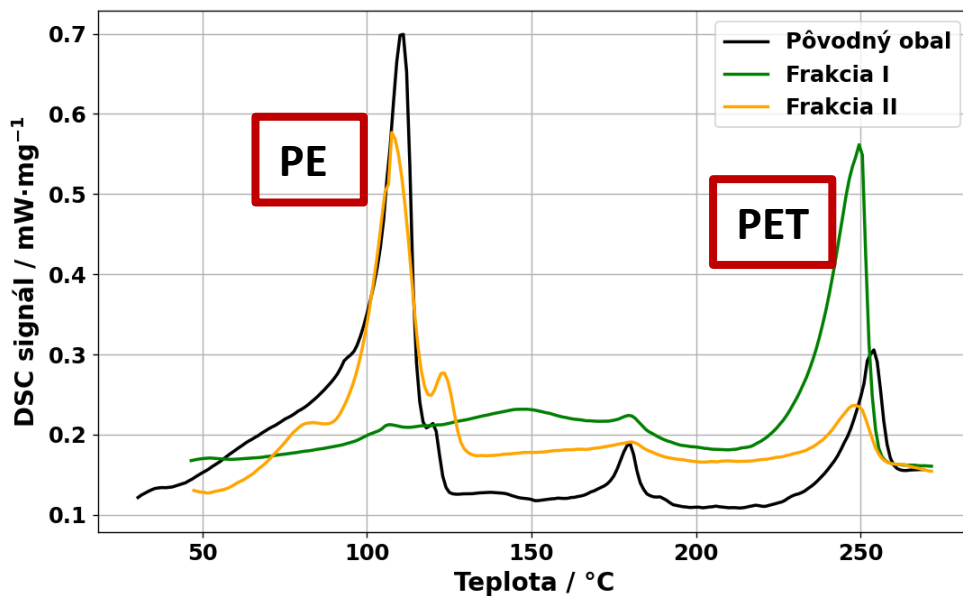
Ruční pozorování teploty a čekání na danou teplotu je nejen pracné a časově náročné, ale také nepřesné a záleží na daném operátorovi. Automatizace procesu frakcionace byla realizována pomocí krokových motorů, pružných spojek, hřídelí a 3D tištěných dílů. Řízení motorů je prováděno pomocí desky Raspberry Pi Pico a programu v jazyku MicroPython. Spínání jednotlivých krokových sekvencí je realizováno odděleně pomocí programu LabView. Další experimenty ukázaly, že je kritické vyhřívání potrubních spojení a ventilů, ve kterých by se mohly vytvářet studené místa a polymer by se mohl srazit a dokonce ucpat potrubí. Tento problém byl vyřešen kryty ze silnostěnných hliníkových trubek. V uživatelském LabView rozhraní si uživatel zadá teplotu při které chce polymer rozpustit, jak dlouho má rozpouštění probíhat a při které teplotě je žádoucí provést frakcionaci.

Ukázka experimentálních dat:

Příklad více-vrstvého materiálu vhodného pro proces frakcionace můžeme vidět na **obrázku 3**. Analýzou na konfokálním Ramanově mikroskopu jsme určili složení vrstev a poté materiál separovali na frakcionační aparatuře. Následná analýza ukázala velmi dobrou separaci, která je dobře vidět na DSC analýze (**obrázek 4**)



Obrázek 3: Detail více-vrstvého obalového materiálu na konfokálním Ramanově mikroskopu.



Obrázek 4: Analýza více-vrstvého obalu pomocí DSC metody.

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 (DP013).