



**VYSOKÁ ŠKOLA
CHEMICKO-TECHNOLOGICKÁ
V PRAZE**

*ÚSTAV CHEMICKÉHO INŽENÝRSTVÍ
LABORATOŘ POLYMERAČNÍHO INŽENÝRSTVÍ*

FUNKČNÍ VZOREK

***FUNKČNÍ VZOREK – LABORATORNÍ ZAŘÍZENÍ PRO
VYTAHOVÁNÍ TENKÝCH FILMŮ Z ROZTOKU.***

Autor: *Ing. Klára Smolná
Adam Rygl
Ing. Andra Nistor
doc. Dr. Ing. Juraj Kosek*

Číslo projektu: *Specifický výzkum č. 21/2012*

Číslo výsledku: *PRE-2012-02*

Odpovědný pracovník: *Ing. Klára Smolná*

Vedoucí laboratoře: *doc. Dr. Ing. Juraj Kosek*

Vedoucí ústavu: *Prof. Ing. Igor Schreiber, CSc.*

Praha, PROSINEC 2012

Jazyk výsledku: CZE

Hlavní obor: CI

Uplatněn: ANO

Poznámka:

Název výsledku česky:

Funkční vzorek – Laboratorní zařízení pro vytahování tenkých filmů z roztoku

Název výsledku anglicky:

Functional specimen – Laboratory apparatus for dipping of thin films from solution

Abstrakt k výsledku česky:

Prezentovaný funkční vzorek je laboratorní zařízení pro přípravu tenkých zejména polymerních filmů o definované tloušťce od stovek nanometrů po desítky mikrometrů. Princip metody spočívá ve vytahování substrátu z roztoku rozpuštěného polymeru v rozpouštědle, přičemž na substrátu ulpívá tenká vrstva filmu. Po vypaření rozpouštědla je film tvořen čistým polymerem. Tloušťka filmu je definována koncentrací, viskozitou a povrchovým napětím roztoku a rychlostí vytahování. Použití těchto filmů je především pro (i) měření sorpce a difúze penetrantů v polymeru, (ii) přípravu polymerních pěn a (iii) pozorování koalescence buněk ve vypěněných filmech. Výhoda využití filmů oproti polymerním částicím se složitou morfologií spočívá v rychlém a lépe definovaném přestupu tepla a hmoty ve filmech. Zařízení uplatňované v tomto funkčním vzorku umožňuje vytahování filmů ze dvou různých roztoků.

Abstrakt k výsledku anglicky:

The presented functional specimen is a laboratory apparatus for the preparation of thin (primarily polymeric) films with well-defined thickness ranging from hundreds of nanometers to tens of microns. The principle of this method is dipping of a substrate from the solution of dissolved polymer in a solvent. As the substrate is dipped a thin film is deposited on the substrate surface. When the solvent is evaporated, the film is composed of a pure polymer. The film thickness is defined by concentration, viscosity and surface tension of the solution and by the velocity of dipping. The application of the prepared films is primarily for (i) the experimental measurement of sorption and diffusion of penetrants in polymers, (ii) polymeric foam preparation, (iii) direct observation of cell coalescence in foamed films. The advantage of the usage of polymeric films in comparison with the complex morphology of polymer particles consists in a fast and well-defined heat and mass transport in films. The presented equipment allows the dipping from two different solutions.

Klíčová slova česky:

polymery, tenký film; vytahování;

Klíčová slova anglicky:

Polymers, thin film; dip-coating;

Vlastník výsledku: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze*

IČ vlastníka výsledku: **60461373**

Stát: *Česká republika*

Lokalizace: *Vysoká škola chemicko-technologická v Praze, Ústav chemického inženýrství, Laboratoř polymeračního inženýrství*

Licence: *ne*

Licenční poplatek: *ne*

Ekonomické parametry: *Laboratorní jednotka bude využita pro přípravu polymerních filmů používaných v sorpčních a vypěňovacích měřeních. Díky variabilitě uchycení substrátu lze vytahovat filmy o různých rozměrech a struktuře.*

Technické parametry: *Automatizované vytahování polymerních filmů z roztoku s říditelnou rychlostí, tj. otáčkami krokového motoru.*

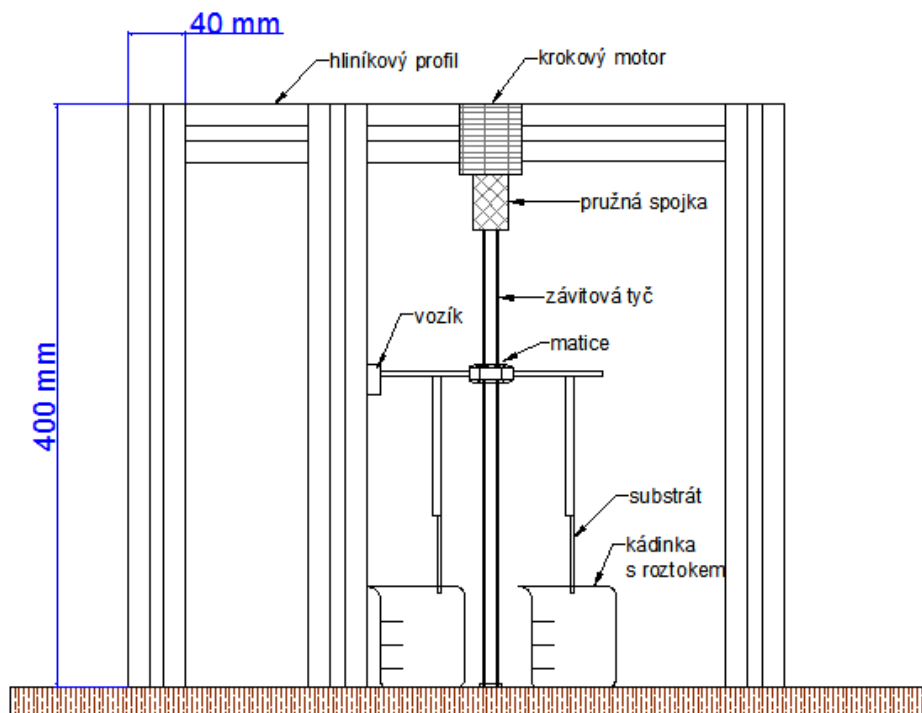
Kategorie nákladů: *výše nákladů ≤ 5 mil.*

Popis funkčního vzorku

Funkční vzorek je tvořen laboratorním zařízením pro vytahování tenkých, zejména polymerních, filmů. Principem přípravy filmů touto metodou je deponování filmu roztoku na substrát ponořený do roztoku. Během vytahování substrátu z roztoku se rozpouštědlo vypařuje a na substrátu zůstává pouze tenký film o definované tloušťce.

Základní prvky zařízení (Obr. 1) jsou krokový motor, závitová tyč, lineární vedení, řídicí jednotka, napájecí zdroj a software, pomocí něhož je proces vytahování řízen. Krokový motor zajišťuje citlivé vytahování o definované konstantní rychlosti. Hřídel krokového motoru je přes pružnou spojku spojena se závitovou tyčí s metrickým závitem M8, která umožňuje plynulost chodu. Na druhém konci je tyč vsazena do ložiska upevněného v desce konstrukce, čímž je chráněna proti vibracím motoru. Závitová tyč je přes matici a propojovací tyč spojena s vozíkem lineárního vedení, který se při otáčení závitové tyče pohybuje lineárně po kolejnici. Propojovací tyč je maticí se závitovou tyčí rozdělena na dvě ramena. Na každém rameni je umístěn závěs, na jehož konci je uchycen substrát, na nějž se během vytahování z roztoku deponuje film. Jako substrát slouží skleněná destička bez reliéfu, jelikož cílem vytahování je získat ideálně rovný film s hladkým povrchem. Substrát lze měnit dle potřeby a požadované délky filmu. Popsaný systém umožňuje díky dvěma ramenům propojovací tyče vytahovat substráty ze dvou různých roztoků. Všechny funkční prvky jsou připevněny na stabilní konstrukci z hliníkových profilů, která je upevněna na základně z dřevotřískové desky. V místě připojení motoru ke konstrukci je vložena těsnící guma kvůli redukci přenosu vibrací z motoru na celou soustavu.

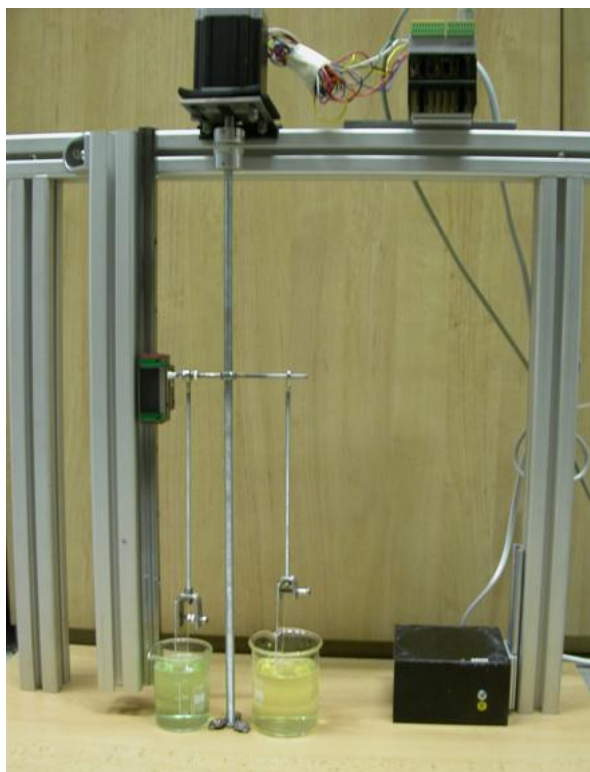
Motor je napojen na řídicí jednotkou CD40x, přes kterou je ovládán a napájen. Řídicí jednotka je připojena ke zdroji stejnosměrného napětí a prostřednictvím sériového portu RS-232 dostává příkazy z počítače, které následně překládá na elektrické impulsy pro motor. Sada příkazů je do řídicí jednotky posílána vlastním programem vytvořeném v softwaru MATLAB.



Obr.1. Schéma aparatury na vytahování tenkých filmů

Krokový motor je schopen dosáhnout maximální rychlosti až 40 000 kroků/s, přičemž jeden krok odpovídá otočení hřídele o $1,8^\circ$. Pro vytahování se však běžně volí rychlosti

podstatně menší – pro šroubovici se závitem M8 jsou to hodnoty do 200 kroků/s, což odpovídá jedné otáčce a rychlosti vytahování dané stoupáním závitu 1,25 mm/s. Výhodou malých hodnot zvolené rychlosti je možnost rozdělení jednoho každého kroku. Díky kontroleru M1486, který je zabudován v řídicí jednotce, může být krok rozdělen až na 64 dílčích mikrokroků, což zajišťuje dostatečnou plynulost otáčení se zachováním konstantní rychlosti. Zároveň je také možné volit si délku dráhy až do 16 milionů kroků a směr otáčení hřídele.



Obr. 2. Laboratorní zařízení pro vytahování tenkých filmů ze dvou různých roztoků.

Použití zařízení

Primární aplikace vytahovacího zařízení je příprava polymerních filmů o definované tloušťce. Tyto filmy jsou dále využívány pro experimentální měření sorpce a difúze penetrantů v polymeru. Důležitou aplikací je také vypěňování polymerních filmů za vzniku polymerních pěn. Využití polymerních filmů je výhodné kvůli rychlému a dobře definovanému přestupu hmoty a tepla v porovnání se složitou strukturou polymerních částic.

Vlastnosti zařízení

Typ motoru	NEMA 23 SX23-2727
Statický moment	2,7 N·m
Jmenovitý proud (paralelní zapojení)	5,4 A
Odpor (paralelní zapojení)	0,375 Ω
Moment setrvačnosti rotoru	$5,3 \cdot 10^{-5} \text{ kg}\cdot\text{m}^2$
Maximální rychlost motoru	40 000 kroků/s (250 mm/s)