

PRAKTICKÁ ČÁST



EXPERIMENT I.

PŘEDPĚNĚNÍ A FORMOVÁNÍ EPS

EXPERIMENT II.

EPS JAKO TEPELNĚ IZOLAČNÍ MÉDIUM

EXPERIMENT III.

DRCENÍ A FORMOVÁNÍ KUSU Z RECYKLOVANÉHO EPS

EXPERIMENT IV.

STLAČOVÁNÍ EPS ODPADU

EXPERIMENT I. PŘEDPĚNĚNÍ A FORMOVÁNÍ EPS

(EPS = expanded polystyrene = pěnový polystyren)

Teoretický souhrn: V tomto experimentu budeme vyrábět pěnový polystyren v laboratorních podmínkách, a to stejným způsobem jako v průmyslové výrobě. Výroba pěnového polystyrenu probíhá ve třech fázích.

1. fáze - předpěňování: Surovina je zahřívána parou ve speciálních zařízeních, kterým se říká předpěňovač, na teplotu 80 až 110 °C. V závislosti na teplotě a době působení páry začnou perle zvětšovat svůj objem až 50krát. Sypná hmotnost vstupní suroviny je 630 kg/m³ a objemová hmotnost napěněných perlí se pohybuje kolem 10 až 30 kg/m³. Během předpěňování se tvrdé kompaktní perle suroviny přeměňují na lehké pružné perle s velkým množstvím malých uzavřených buněk obsahujících vzduch.

2. fáze - zrání a stabilizace: Během ochlazování vypěněných perlí v nich vzniká podtlak, který se následně vyrovná difuzí okolního vzduchu do perlí. Tím získávají perle větší mechanickou stabilitu a zlepšují svoji schopnost dále expandovat, což je potřebné pro další fázi zpracování. Fáze zrání a stabilizace probíhá ve speciálních silech po dobu několika hodin. Současně dochází také k sušení perlí.

3. fáze - vypěňování a konečné formování: Během této fáze se předpěněné a stabilizované perle dopravují do forem, kde se vzájemně spojují a dále vypěňují pomocí páry. Po vypěnění získáme z formy výrobek z EPS požadovaného tvaru. Tímto způsobem se vyrábějí velké bloky (které se následně řežou na desky požadované tloušťky nebo jiné stavební prvky) nebo tzv. tvarovky, což jsou výrobky, které již mají svůj konečný tvar (obaly na elektroniku apod.).

Tyto tři fáze budeme provádět v laboratorních podmínkách.

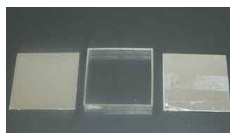
Pomůcky k provádění experimentu (jsou součástí sady):



Zpěňovatelný polystyren (surovina)



Kulovité kovové formy



Čtvercové kovové formy



Svorky pro kulovité formy (malé)



Spony pro čtvercové formy (velké)



Předpěňovací a formovací nádoba



Kovové kleště



Odměrovací lžíce



Tenká plastová deska k oddělování dvou polovin kulovité formy



Dřevěná měchačka

Není součástí sady:

- Savý papír
- Hodinky s vteřinovou ručičkou
- Zdroj tepla (Bunsenův kahan a pod.)
- Teplu odolná látka nebo rukavice
- Váhy

Pomůcky k provádění zvláštních činností (jsou součástí sady):



Plastová odměrka

Postup: jak jsme již dříve uvedli, experiment budeme provádět ve třech fázích:

Předpěňování: Nejprve naplníme tři čtvrtiny předpěňovací nádoby vodou a tu uvedeme do varu. Víčko přitom necháme otevřené. Když voda začne vařit (viz obr.1), přidáme dovnitř jednu plnou lžici suroviny (použijeme dodanou odměřovací lžici), víčko stále necháme otevřené (viz obr.2). Nyní 1 minutu surovinu mícháme dřevěnou měchačkou (viz obr.3).

Po uplynutí 1 minuty oddělíme pomocí tepelně izolační rukavice nebo jiné izolační látky horní část předpěňovací nádoby (viz obr.4). Dbáme na to abychom se neopařili.

Nyní máme surovinu (zpěňovatelný polystyren) předpěněnou.

Zrání a stabilizace: Nejprve musíme předpěněný polystyren (EPS) usušit. K tomu použijeme savý nebo filtrační papír. EPS nasypeme na vrstvu savého papíru (viz obr.5) a přikryjeme další vrstvou savého papíru, přičemž obě vrstvy k sobě jemně přitlačíme (viz obr.6).

Následně ponecháme EPS několik minut v blízkosti proudícího vzduchu (například u pootvěřeného okna).

Vypěňování a konečné formování: V této poslední fázi vezmeme již suchý EPS a naplníme jím čtvercovou kovovou formu (viz obr.7). Pomocí velkých kancelářských svorek formu zajistíme proti otevření (viz obr.8). Potom naplníme kulovitou formu. Naplnění této formy je poněkud složitější úkol. Nejprve naplníme obě poloviny odděleně (viz obr.9). Jakmile jsou naplněné, položíme na jednu z nich tenkou plastovou desku (viz obr.10), obrátíme dnem vzhůru, přičemž si musíme dát pozor, aby se polystyren nevysypal ven, a položíme na druhou polovinu formy. Opatrně odstraníme plastovou destičku (viz obr.11) a formu zajistíme malými svorkami (viz obr.12). Jakmile jsou obě formy uzavřené a zajištěné, vložíme je do předpěňovací nádoby s vroucí vodou, ze které jsme předtím odstranili vrchní část nádoby s víčkem. Vodu v nádobě stále zahříváme (viz obr.13a a obr.13b).

Aby nedošlo k popáleninám, používáme pro vkládání forem do nádoby kleště. Počkáme 8 minut a pomocí kleští kovové formy vyjmeme a ochladíme pod tekoucí studenou vodou (viz obr.14a a obr.14b).

Po ochlazení formy opatrně otevřeme a vyjmeme výrobky z EPS, které mají tvar formy. Tyto výrobky ponecháme v klidu 5 minut, aby se zcela stabilizovaly. Po 5 minutách jsou výrobky z EPS zcela stabilní (viz obr.15a a obr.15b).

DÁLE PROVEDEME DOPLŇKOVÉ ČINNOSTI POPSANÉ V LABORATORNÍM DENÍKU, KTERÝ MŮŽE BÝT KOPÍROVÁN.



Obr.1



Obr.2



Obr.3



Obr.4



Obr.5



Obr.6



Obr.7



Obr.8



Obr.9



Obr.10



Obr.11



Obr.12



Obr.13A



Obr.13B



Obr.14A



Obr.14B



Obr.15A



Obr.15B

EXPERIMENT II. EPS JAKO TEPELNĚ IZOLAČNÍ MÉDIUM

Teoretický souhrn: V tomto experimentu si student prakticky ověří tepelně izolační vlastnosti EPS.

Výrobky a materiály vyrobené z pěnového polystyrenu (EPS) vykazují vynikající tepelněizolační vlastnosti. Proto se při většině aplikací využívá této vlastnosti. Například, když se pěnový polystyren používá jako izolační materiál pro stavebnictví nebo jako obal pro čerstvé nebo rychle se kazící potraviny.

Výborná schopnost tepelné izolace je dána vlastní strukturou materiálu. EPS se skládá ze vzduchu uzavřeného uvnitř buněčné struktury vyrobené z polystyrenu. Přibližně 98% objemu představuje vzduch a jenom 2% objemu zaujímá pevný materiál (polystyren). Vzduch, který je v klidu, je vynikajícím tepelně izolačním médiem.

Schopnost materiálu tepelně izolovat je určena jeho koeficientem tepelné vodivosti. Stejně jako mechanické vlastnosti i koeficient tepelné vodivosti u pěnového polystyrenu je tím lepší, čím je vyšší měrná hmotnost.

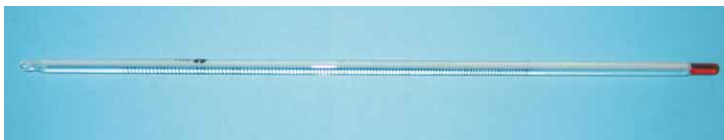
Pomůcky k provádění experimentu (jsou součástí sady):



Kádinka z EPS



Hliníková kádinka



Teplooměry



Víčka kádinek

Není součástí sady:

-Stopky

Postup: Provedení experimentu je velmi jednoduché.

Obě kádinky, kovová i plastová z EPS, se umístí za stejných podmínek na laboratorní stůl (musíme si dát pozor, aby nestála jedna na přímém slunečním světle a druhá ve stínu, atd.).

Obě kádinky naplníme velmi horkou vodou (viz obr.1). Lze použít vodu z vodovodu, pokud je dostatečně horká a pokud ji nemůžeme zahřát například v rychlovarné konvici. Obě kádinky zakryjeme plastovými víčky (viz obr.2).

Potom do kádinek vložíme přes otvory ve víčkách teploměry (viz obr.3) a čekáme jednu minutu, až se teplota v obou kádinkách stabilizuje. Tento okamžik budeme považovat za výchozí čas měření. Od tohoto okamžiku budeme v pětiminutových intervalech měřit a zapisovat teplotu vody v každé kádince, až po 30 minutách dosáhneme konečné teploty (viz obr.4).



Obr.1



Obr.2



Obr.3



Obr.4

DÁLE PROVEDEME DOPLŇKOVÉ ČINNOSTI POPSANÉ V LABORATORNÍM DENÍKU, KTERÝ MŮŽE BÝT KOPÍROVÁN.

EXPERIMENT III. DRCENÍ A FORMOVÁNÍ KUSU Z RECYKLOVANÉHO EPS

Teoretický souhrn: V tomto experimentu bude student schopen za laboratorních podmínek vyrobit kus EPS z recyklovaného EPS a z nové suroviny. Způsob výroby pěnového polystyrenu je podobný způsobu, prováděnému v experimentu I, kromě toho, že výsledný kus bude zčásti obsahovat recyklát. Způsob je plně popsán v experimentu I.

Recyklace EPS pomocí drcení a přidávání k čerstvé surovině je v Evropě nejrozšířeněji používaný způsob recyklace a také jedním z hlavních způsobů, používaných ve světě.

Poté, co jsou EPS obaly (z obalů od televizních přijímačů, z bedýnek na ovoce atd.) vytríděny z ostatního odpadu, rozdrtí se za použití stroje, který se nazývá drtič, na granule vhodné velikosti pro další použití (viz možnosti mechanického recyklování v teoretické části 5).

Potom se tento rozdrcený EPS smíchá s primární předpěněnou surovinou (viz experiment I) a stane se součástí normálního výrobního procesu, takže se získá nový kus s určitým procentem recyklovaného materiálu.

Pomůcky k provádění experimentu (jsou součástí sady):



zpěňovatelný
polystyren



kulovité kovové
formy



desky z pěnového
polystyrenu



svorky pro kulovité
formy (malé)



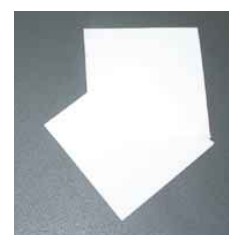
předpěňovací
a formovací nádoba



kovové kleště



odměřovací lžíce



tenká deska z plastu
používaná k oddělování dvou
polovin kulovitých forem

Není součástí sady:

- Savý papír
- Hodinky s vteřinovou ručičkou
- Zdroj tepla (Bunsenův kahan a pod.)
- Teplu odolná látka nebo rukavice



struhadlo



dřevěná měchačka

Postup: Experiment budeme provádět ve čtyřech fázích. První dvě jsou stejné, jako v experimentu I.

Předpěňování: Nejprve naplníme tři čtvrtiny předpěňovací nádoby vodou a tu uvedeme do varu. Víčko přitom necháme otevřené. Když voda začne vařit (viz obr.1), přidáme dovnitř jednu plnou lžičku suroviny (použijeme dodanou odměřovací lžičku), víčko stále necháme otevřené (viz obr.2). Nyní 1 minutu surovinu mícháme dřevěnou měchačkou (viz obr.3).

Po uplynutí 1 minuty oddělíme pomocí tepelně izolační rukavice nebo jiné izolační látky horní část předpěňovací nádoby (viz obr.4). Dbáme na to abychom se neopařili.

Nyní máme surovinu (zpěňovatelný polystyren) předpěněnou.

Zrání a stabilizace: Nejprve musíme předpěněný polystyren (EPS) usušit. K tomu použijeme savý nebo filtrační papír. EPS nasypeme na vrstvu savého papíru (viz obr.5) a přikryjeme další vrstvou savého papíru, přičemž obě vrstvy k sobě jemně přitlačíme (viz obr.6).

Následně ponecháme EPS několik minut v blízkosti proudícího vzduchu (například u pootvřeného okna).

Příprava recyklovaného materiálu: Nyní budeme simulovat drcení odpadu z EPS. K tomu můžeme použít buď jeden z kusů, vyrobených v experimentu I nebo desky z polystyrenu, dodávané v rámci soupravy (viz obr.7). Drcení odpadu z EPS provedeme pomocí struhadla. Pro tento účel vezmeme 3 kusy pěnového polystyrenu a rozdrťme nad kusem papíru (viz obr.8). Potom vzniklou drť smícháme s předpěněným čerstvým materiálem v plastové odměrce dřevěnou měchačkou v poměru 1:1.

Vypěňování a konečné formování: V této poslední fázi vezmeme směs rozdrčeného a nového materiálu a vyplníme s ní obě poloviny kulovité formy. Vyplnění této formy je složitější úkol. Nejprve se naplní obě poloviny zvlášť (viz obr.9). Poté, co jsou naplněné, tak na jednu z nich položíme tenkou destičku z plastu (viz obr.10) a obrátíme dnem vzhůru tak, aby se polystyren nevysypal ven. Přiložíme na druhou polovinu formy a opatrně vytáhneme tenkou destičku z plastu (viz obr.11). Nakonec zajistíme obě poloviny malými svorkami (viz obr.12). Jakmile je forma zajištěna, umístíme ji do předpěňovací nádoby, jejíž horní část jsme před tím odstranili (viz obr.13). Vodu v nádobě udržujeme ve varu. Pro vložení formy dovnitř nádoby použijeme kleště, abychom se nespálili. Počkáme 10 minut a pomocí kleští kovovou formu vyjmeme a ochladíme pod studenou tekoucí vodou (viz obr.15). Když je forma ochlazená, opatrně ji otevřeme a vyjmeme výrobek z EPS, který obsahuje podíl recyklovaného materiálu. Na závěr ještě počkáme 5 minut, až se výrobek plně stabilizuje.



Obr.1



Obr.2



Obr.3



Obr.4



Obr.5



Obr.6



Obr.7



Obr.8



Obr.9



Obr.10



Obr.11



Obr.12



Obr.13A



Obr.13B



Obr.14A



Obr.15B

DÁLE PROVEDEME DOPLŇKOVÉ ČINNOSTI POPSANÉ V LABORATORNÍM DENÍKU, KTERÝ MŮŽE BÝT KOPÍROVÁN.

EXPERIMENT IV. STLAČOVÁNÍ EPS ODPADU

Teoretický souhrn: Každý odborník z oboru s námi bude souhlasit, že stlačování nebo zhutňování odpadů je jedna z nejdůležitějších fází v hospodaření s odpady.

Ve skutečnosti je koncepce stlačování odpadního materiálu do určité míry záležitostí intuice. Všichni se snažíme naplnit pytle s odpadem co nejvíce. Zhutňujeme ho například tak, že ho stlačíme jiným předmětem nebo i nohou. Dalo by se říci, že to je počáteční fáze všech následných procesů stlačování odpadu. Například vozy na svážení komunálního odpadu jsou vybaveny zhutňovači. Jistě si umíte představit, kolik cest navíc (s následnou spotřebou paliva a škodlivými emisemi) by musely vozy s odpadem vykonat, kdyby neměly k dispozici zhutňovače.

Tento proces se netýká jen domácího odpadu, který produkují domácnosti, ale je to také součást procesu při nakládání s průmyslovým odpadem. Všechny firmy zabývající se nakládáním s odpady, které sbírají odpadní materiál z průmyslových odvětví nebo z distribučních center používají nákladní vozidla a kontejnery vybavené zhutňovači.

Stlačování se stává tím důležitější, čím menší je hustota odpadu. Tak je tomu například v případě plastových lahví. Pokud se nestlačí, obsahují převážně vzduch. Stejně tak je tomu i s pěnovým polystyrenem.

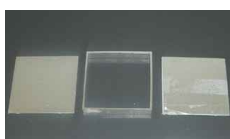
Pěnový polystyren jako buněčný plast, má strukturu ve tvaru uzavřených buněk, které většinou obsahují vzduch. Ve skutečnosti je 98% objemu pěnového polystyrenu vzduch. Toto procento se zvětšuje ještě víc, když se vezme v úvahu to, že obalový materiál není obvykle plný díl, ale obsahuje dutá místa, která také logicky obsahují vzduch.

Za normálních okolností je objemová hmotnost pěnového polystyrenu v průměru 15 kg/m^3 . Na trhu existují speciální lisovací stroje na EPS, které mohou zvýšit hustotu materiálu na 100, 300 nebo dokonce 500 kg/m^3 s výslednou úsporou při nakládání s odpadem nejen z hlediska prostoru při skladování, ale i z hlediska dopravy materiálu. Provedeme-li jednoduchý výpočet, zjistíme, že 15 kg nestlačeného EPS, zaujme 1 m^3 . Stlačením tohoto odpadu na 200 kg/m^3 se nám podaří snížit objem, který zaujímá, na méně než $0,075 \text{ m}^3$. Snížíme tak jeho objem o více než 90%.

Pomůcky k provádění experimentu (jsou součástí sady):



kusy pěnového polystyrenu



čtvercové kovové formy



kovové kleště



svorky pro čtvercové formy (veliké)

Není součástí sady:

- Hodinky s vteřinovou ručičkou
- Zdroj tepla (Bunsenův kahan a pod.)
- Teplu odolná látka nebo rukavice



předpěňovací a formovací nádoba



svorka

Postup: Provádění experimentu je velmi jednoduché. Pomocí průmyslových zhutňovačů, které vyvíjejí veliký tlak, je v praxi možné stlačit EPS na desetinu jeho objemu.

V tomto experimentu se budeme zabývat snižováním objemu desky z EPS o jednu třetinu. Nejprve necháme vařit vodu uvnitř předpěňovací nádoby, jejíž horní část jsme před tím odstranili (viz obr.1).

Potom vezmeme tři desky z EPS (můžeme použít desky ze soupravy nebo desky vyrobené v experimentu I) a dáme do čtvercové formy, aniž bychom na ní dali horní víko (viz obr.2). Potom navrhneme horní část formy a pomocí utahování šroubového svěráku, který je součástí sady, stahujeme obě krajní části formy k sobě (viz obr.3). Když jsou obě části formy staženy k rámečku, nasadíme na ně velké svorky, aby se nám forma neotevřela. Nyní umístíme formu do vroucí vody a necháme vařit 10 minut (viz obr.4).

Po uplynutí 10 minut vyjmeme formu pomocí kleští a ochladíme ji pod studenou tekoucí vodou (viz obr.5).

Po ochlazení formy ji otevřeme a pokud jsme postupovali správně, tři desky, které do ní byly původně vloženy, se smrštily o dvě třetiny jejich původního objemu, takže nyní mají objem jedné jediné desky (viz obr.6).



Obr.1



Obr.2



Obr.3



Obr.4



Obr.5



Obr.6



Projekt byl realizován ve spolupráci s Kaučuk a.s.

© Sdružení EPS ČR 01/2007