

Úloha VI.E ... Máš málo izolepy

7 bodů; průměr 5,21; řešilo 68 studentů

Natka s Ájou si chtěly přilepit svůj společný obrázek na ledničku. Jelikož ale neměly žádné magnetky, rozhodly se použít izolepu. Protože chtěly, aby na ledničce obrázek visel co nejlépe, zajímalo je, kolik izolepy budou potřebovat a jaký typ izolepy nejlépe přilepí jejich obrázek. Rozhodly se proto změřit závislost nosnosti izolepy na její ploše styku s jiným povrchem. Pokuste se také změřit tuto závislost pro alespoň dva různé typy lepicí pásky.



Teorie

Nosnost izolepy závisí na několika fyzikálních principech spojených s mechanikou materiálů a teorií pevnosti materiálů. Při měření závislosti nosnosti na použité ploše izolepy využíváme teorii pružnosti, která se zabývá deformací materiálu na základě vnějších vlivů, například vyvíjením tlaku na izolepu za pomoci hmotnosti těles.

Další faktor ovlivňující nosnost izolepy je, jak hladký či hrubý je povrch, na který je izolepa přilepena. Na hladkém materiálu bude izolepa držet lépe, protože tam bude méně mezer, tudíž je lépe izolována a bude se méně odlepovat. Také se zvětší plocha dotyku mezi lepidlem a povrchem. Příkladem hladké plochy jsou kovy. Naopak na dřevě či plastu bude izolepa držet hůř.

Dále bychom měli vzít v potaz stáří izolepy. Nová izolepa bude držet lépe, protože nebude tak opotřebovaná jako izolepa starší. Také si musíme dát pozor, abychom izolepu přilepili správně hned na první pokus. Opakovaným odlepováním a nalepováním izolepy dojde ke znečištění lepidla a plochy izolepy a jejímu znehodnocení.

Nosnost lepicí pásky je důsledkem rovnováhy mezi dvěma fyzikálními faktory: kohezí a adhezí. Koheze je vnitřní síla materiálu, která udržuje jeho strukturu pohromadě. Adheze je síla, která umožňuje různým materiálům k sobě lépe přilnout. V praxi to pro lepicí pásku znamená, že se pod zátěží vrstvy lepidla kvůli kohezí od sebe a kvůli adhezí od styčných ploch jen tak neodtrhnou.

Na izolepu budeme vyvíjet tlak, díky kterému se izolepa odlepí. Ze základního vzorce pro tlak

$$p = \frac{F}{S}$$

můžeme odvodit, že s rostoucí hmotností ($F = mg$, tedy i s rostoucí silou) bude růst i tlak, za předpokladu, že závaží bude mít vždy stejnou plochu působení.

V našem experimentu budeme měnit velikost plochy, na kterou síla působí. Budeme uvažovat, že adhezivní síla (síla, která drží izolepu na povrchu) je rovnoměrně rozložena přes celou lepidlovou plochu. Pokud je tedy izolepa připevněna rovnoměrně po celé ploše, pak zvětšení plochy přímo úměrně zvětší celkovou adhezivní sílu, a tedy i sílu potřebnou k jejímu odlepení. Můžeme proto očekávat, že se zvětšující se plochou izolepy se bude zvětšovat také síla potřebná k jejímu odlepení.

Měření

Jako povrch, na kterém budeme nosnost měřit, jsme zvolili lednici. Nejprve vyčistíme povrch lednice, aby izolepa dostatečně držela, a připravíme vzorky izolepy. Poté budeme postupně zvyšovat sílu působící na izolepu a pozorovat, kdy dojde k jejímu odlepení od povrchu. To jsme udělali pomocí digitálního siloměru, který jsme připevnili na konec izolepy a tahali za něj.

Použili jsme dohromady tři druhy izolep: textilní lepicí pásku duck tape, průhlednou izolepu a krepovou lepicí pásku. Postupně jsme zaznamenávali velikosti sil, při kterých se různé druhy lepicích pásek od lednice odlepily, a postup opakovali pro různé velikosti ploch. Z velikosti síly si poté dopočítáme hmotnost, pod kterou se izolepa začne od lednice odlepovat. Výsledky jsme zanesli do tabulek 1, 2 a 3. Grafické znázornění výsledků experimentu můžete vidět na obrázku 1.

plocha	20 cm ²	40 cm ²	60 cm ²	80 cm ²
n	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$
1	10,03	19,99	31,12	40,56
2	10,09	20,06	30,98	40,08
3	9,94	20,12	31,09	41,76
4	10,02	19,97	30,02	40,54
5	9,98	20,02	30,73	41,92
průměr	10,01	20,03	30,82	40,97
nosnost	1,02 kg	2,04 kg	3,14 kg	4,18 kg

Tabulka 1: Nosnost krepové lepicí pásky

plocha	25 cm ²	35 cm ²	50 cm ²	60 cm ²
n	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$
1	14,76	24,78	38,47	59,56
2	14,09	24,14	38,07	58,34
3	15,98	23,59	38,12	59,99
4	14,31	23,74	38,28	58,68
5	14,91	24,42	37,86	60,15
průměr	14,81	24,13	38,16	59,34
nosnost	1,51 kg	2,46 kg	3,89 kg	6,05 kg

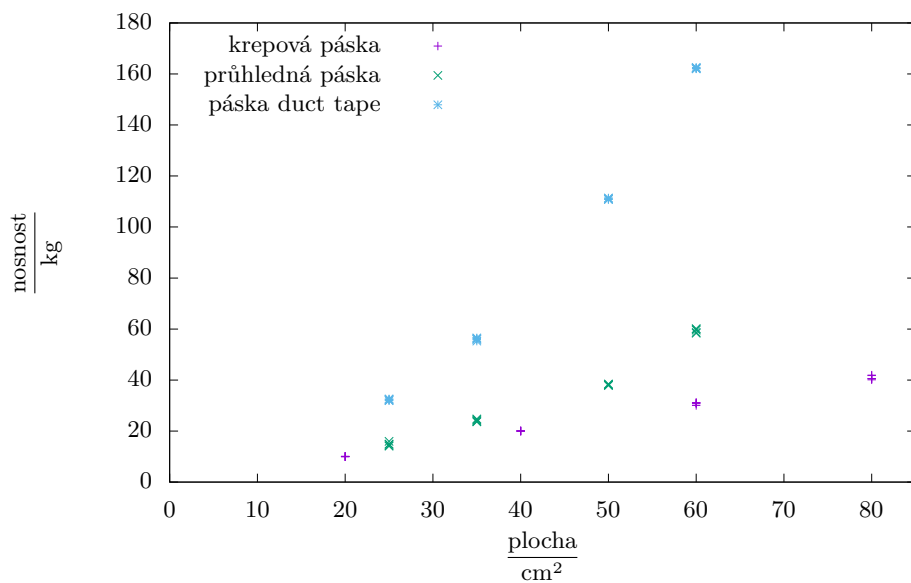
Tabulka 2: Nosnost průhledné lepicí pásky

Diskuze a závěr

Naše měření ukázalo, že nosnost izolepy roste s velikostí plochy dotyku. Na základě grafu, který jsme získali, můžeme říct, že izolepa vykazuje při působení sil na různé velikých plochách konzistentní chování. Náš předpoklad byl tedy správný a se zvětšující se plochou se nám také zvětšovala síla potřebná k odlepení izolepy. Můžeme také říct, že různé druhy izolep mohou vykazovat různé druhy závislosti nosnosti na ploše, což je ovlivněno širokou škálou faktorů, včetně materiálových vlastností, konstrukce, povrchové úpravy a dalších. Zatímco krepová páska vykazovala lineární nárůst nosnosti s plochou, nosnost průhledné pásky rostla rychleji. To

plocha	25 cm ²	35 cm ²	50 cm ²	60 cm ²
n	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$	$\frac{F}{N}$
1	31,91	56,55	111,26	162,56
2	32,43	55,97	110,85	162,34
3	32,59	56,32	110,81	161,99
4	32,37	55,99	111,38	162,26
5	32,05	55,27	110,95	162,15
průměr	32,27	56,02	111,05	162,26
nosnost	3,29 kg	5,71 kg	11,32 kg	16,54 kg

Tabulka 3: Nosnost textilní pásky duck tape



Obrázek 1: Graf závislosti nosnosti izolepy na použité ploše

poukazuje na možné nedostatky v naší teorii. S větší zátěží u některých izolep může docházet k lepšímu přilnutí lepidla k povrchu, nebo se může zvětšovat plocha dotyku na vnitřní straně.

Možné chyby mohly vzniknout při nedostatečném očištění lednice, které vedlo k ovlivnění adhezivní vrstvy. Dalším faktorem je také například chyba měřidla, nepřesnosti v určení velikosti povrchu pásky či lidská chyba.

Natálie Lászlóová
natalie.laszloova@vyfuk.org

Alena Mouchová
alena.mouchova@vyfuk.org

Korespondenční seminář Výfuk je organizován studenty a přáteli MFF UK. Je zastřešen Oddělením propagace a mediální komunikace MFF UK a podporován Katedrou didaktiky fyziky MFF UK, jejími zaměstnanci a Jednotou českých matematiků a fyziků. Realizace projektu byla podpořena Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy.

Toto dílo je šířeno pod licencí Creative Commons Attribution-Share Alike 3.0 Unported.
Pro zobrazení kopie této licence navštivte <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/3.0/>.