

Vysoká škola: **strojn^í a textiln^í**
Katedra: **tváření a plastů**

Fakulta: **strojn^í**
Školní rok: **1982/83**

ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **s. Jiřího J a n e č k a**

obor **strojírenská technologie**

Vedoucí katedry Vám ve smyslu nařízení vlády ČSSR č. 90/1980 Sb., o státních závěrečných zkouškách a státních rigorózních zkouškách, určuje tuto diplomovou práci:

Název tématu: **Dlouhodobé zkoušky plastů v tahu**

Zásady pro vypracování:

1. Seznamte se s mechanickými zkouškami plastů a s konstrukcí přístrojů pro zkoušky v tahu.
2. Seznamte se s metodami matematické statistiky používanými pro hodnocení výsledků měření.
3. Proveďte zkoušky v tahu na ~~polystyrénu a polyetylenu~~ na stávajícím zařízení v lab. KPT.
4. Zhodnoťte dosažené výsledky.

Autorské právo se řídí směrnicemi
MŠK pro státní záv. zkoušky č. j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962. Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31. 8. 1962 § 19 aut. z. č. 115/53 Sb.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 5
PSČ 461 17

Rozsah grafických prací:

Rozsah průvodní zprávy: 40 - 50 stran textu

Seznam odborné literatury:

1. Macek, P. : Mechanické chování plastů při dlouhodobém statickém namáhání.
DP-ST-1498/79, VŠST 1979
2. Němec, J. - Sesensen, V. : Pevnost plastických hmot
SNTL Praha 1970
3. Sadovski, W. : Matematická statistika, Alfa, Bratislava 1975

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Milošlav Šafařík

Konzultant

Ing. Anna Šolcová

Datum zadání diplomové práce:

konečné zadání 1. 10. 1982

Termín odevzdání diplomové práce:

27. 5. 1983

L. S.

Doc. Ing. Jaroslav Tměj CSc.

Vedoucí katedry

Doc. RNDr. Bohuslav Stříž CSc.

Děkan

V Liberci dne 28. 9. 1982

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ V LIBERCI

nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23 - 07 - 8

strojírenská technologie

zaměření

tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření plastů

Dlouhodobé zkoušky plastů v tahu

Jiří Janeček

KPT - 075

Vedoucí práce: Ing. Miloslav Šafařík /VŠST Liberec/

Konzultant: Ing. Anna Šolcová /VŠST Liberec/

Rozeah práce a příloh

Počet stran: 56

Počet příloh a tabulek: 8

Počet obrázků: 25

Počet výkresů: 10

Počet modelů

nebo jiných příloh: -

Datum:

27.5.1983

Místopřísežně prohlašuji, že jsem diplomovou práci
vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury.

V Liberci dne 27. května 1983

Jiří Jančík

O B S A H

| | str. |
|---|------|
| Titulní list | 1 |
| Zadání | 2 |
| Prohlášení | 3 |
| Obsah | 4 |
| Seznam zkratk a symbolů | 5 |
| 1. Úvod | 6 |
| 2. Mechanické chování termoplastů | 8 |
| 2.1. Viskoelastické chování polymerů | 8 |
| 2.1.1. Tychetův model | 9 |
| 2.1.2. Maxwellův model | 11 |
| 2.1.3. Zobecněný Voigtův model | 13 |
| 2.2. Křip a relaxace napětí | 15 |
| 2.2.1. Relaxační pochody při nízkých teplotách | 17 |
| 2.2.2. Relaxační charakter pevnosti a lomu v elastomerech | 25 |
| 2.3. Dlouhodobá pevnost plastů | 33 |
| 3. Regresní analýza | 35 |
| 3.1. Lineární regrese | 36 |
| 3.2. Nelineární regrese | 39 |
| 3.3. Koefficient korelace | 40 |
| 4. Experimentální část | 42 |
| 4.1. Zhotovení vzorků | 42 |
| 4.2. Popis křipového stojanu | 44 |
| 4.3. Dlouhodobá zkouška v tahu a její výsledky | 46 |
| 4.4. Zhodnocení výsledků | 48 |
| 5. Návrh úpravy křipového stojanu | 51 |
| 6. Závěr | 53 |
| Použitá literatura | |
| Seznam příloh | 56 |

Seznam zkratek a symbolů

| | |
|-----------------|--|
| σ | normální napětí |
| τ | smykové napětí |
| | relaxační čas |
| E | modul pružnosti v tahu |
| G | modul pružnosti ve smyku |
| ϵ | poměrné prodloužení |
| γ | skos |
| $E_c/t/$ | křipový modul pružnosti |
| $E_r/t/$ | relaxační modul pružnosti |
| η | dynamická viskozita |
| t | čas |
| v | deformační rychlost; $v = \frac{de}{dt}$ |
| A | konstanta |
| B | konstanta |
| b | konstanta |
| C_0 | konstanta |
| N | počet řetězců v 1 cm ² polymeru |
| T | teplota |
| \bar{m} | střední hodnota |
| α, β | parametry regresní přímky |
| a, b | odhady parametrů α, β |
| E / / | střední hodnota |
| D / / | rozptyl |
| S_R^2 | reziduální rozptyl |
| t | testovací parametr |
| S_{YX} | výběrová kovariance |
| r_{YX} | koefficient korelace |
| Σ | součet |
| e, exp | exponent, e = 2,7182818 = 5 - |

1. ÚVOD

Od poloviny našeho století ve světě prudce stoupá výroba i spotřeba plastů. Československo patří mezi přední státy světa v produkci plastů na jednoho obyvatele. To odpovídá jeho postavení jako průmyslově vyspělé země. Rozvoj plastikářského průmyslu u nás se opírá o vlastní moderní petrochemii a též o spolupráci s ostatními zeměmi RVHP. Plasty hrají v našem průmyslu zvláště ve strojírenství důležitou roli, protože pomáhají šetřit především kovy, ale také energii a lidskou práci. Proto jednání posledních tří sjezdů KSČ věnovala výrobě plastů velkou pozornost.

Plasty mají řadu výborných vlastností fyzikálních a mechanických, jako je nízká měrná hmotnost a značná chemická odolnost. Plasty mají dále výtečné elektroizolační a tepelně izolační vlastnosti a nízký koeficient tření. V mnoha směrech předčí klasické materiály.

Při výrobě plastů se spotřebuje mnohem méně práce a energie než u klasických materiálů jako jsou kovy, keramika, sklo nebo dřevo.

Využití materiálu u plastů činí až 90 %, zatímco u kovů v průměru 50 až 75 %.

Jedním z mnoha druhů plastů je polyetylen. Používá se ho pro výrobu předmětů spotřebního a technického charakteru vstřikováním /přepravky na ovoce a jiné potraviny, koše na odpadky, dětské vaničky atd./ a vyfukováním /lahve, sudy, kanistry/.

Předmětem mé práce bylo:

- 1/ seznámit se s mechanickými zkouškami plastů obecně,
- 2/ seznámit se s metodami matematické statistiky používanými pro hodnocení výsledků měření,
- 3/ navrhnout nové zkušební zařízení, které by splňovalo požadavky normy,
- 4/ provést dlouhodobou statickou zkoušku v tahu pro polyetylen. Zkouška má ukázat, jak se materiál chová při statickém zatížení, k němuž dochází u některých výrobků,
- 5/ zhodnotit dosažené výsledky.

2. MECHANICKÉ VLASTNOSTI TERMOPLASTU

[3] , [1]

Termoplasty mohou být vzhledem ke svému mechanickému chování zařazeny mezi viskoelastické materiály. Jejich deformační chování je určeno výraznou závislostí na napětí, teplotě a čase. Složité vztahy mezi těmito parametry namáhání a deformací vyžadují pro dimenzování znalost celého oboru a tedy i chování plastů při dlouhodobém namáhání.

2.1. Viskoelastické chování polymerů

[3] , [1]

Při používání kteréhokoliv materiálu v praxi jsou důležité jeho mechanické vlastnosti. Mezi nejdůležitější patří jejich deformační schopnosti /vlastnosti/. Ty vyjadřují odolnost materiálu proti změnám tvaru nebo objemu působením vnějších sil. Pro charakterizování vlastností polymerů jsou nejdůležitější poznatky o jejich viskoelastickém chování.

Viskoelastické vlastnosti jsou charakterizovány dvěma mezními případy - tj.

ideálně pružné těleso a

ideálně viskozni kapalina.

Pro první případ platí Hookův zákon $\sigma = \varepsilon \cdot E$ /2.1./

a $\tau = \gamma \cdot G$ /2.2/

kde σ = normální napětí

E = modul pružnosti v tahu

ε = poměrné prodloužení

τ = smykové napětí

G = modul pružnosti ve smyku

γ = zkos