

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci
nositelka Řádu práce
Fakulta textilní

Obor 31 - 15 - 8

Ekonomika a řízení spotřebního průmyslu

Katedra přádelnictví a ekonomiky

OVĚŘENÍ TOKU HMOTY V PRAXI
PODLE TERMODYNAMICKÉ TEORIE

KPE - ER - 036

Ján L U C A

Vedoucí práce : Doc.Ing. Jáchym Novák, CSc. - VŠST Liberec
Konzultant : Ing. Jiří Lebeda - VŠST Liberec

Rozsah práce a příloh :

Počet stran	57
Počet příloh	1
a tabulek	10
Počet obrázků	14
Počet výkresů, modelů a jiných příloh	

Datum 4.6.1982

Vysoká škola strojní

Vysoká škola: a textilní v Liberci

Fakulta: textilní

Katedra: přádelnictví a ekonomiky

Školní rok: 1981/1982

DIPLOMOVÝ ÚKOL

pro Jána L u c u

obor 31-15-8 ekonomika a řízení spotřebního průmyslu

Protože jste splnil požadavky učebního plánu, zadává Vám vedoucí katedry ve smyslu směrnic ministerstva školství a kultury o státních závěrečných zkouškách tento diplomový úkol:

Název tématu: Ověření toku hmoty v praxi podle termodynamické teorie

Pokyny pro vypracování:

Vyjděte z diplomové práce Aplikace termodynamické teorie struktury a stability na podmínky technicko-ekonom. systému.

Ověřte hypotézy daného technicko-ekonomického systému formulovaného podle termodynamické teorie též v návaznosti na poznatky z oblasti technologie předení.

Vypracujte řešení z měření toku hmoty pro vybraný technicko-ekonomický systém.

Zjistěte disproporce mezi hypotézou formulovanou termodynamickou teorií a skutečností ve vybraném technicko-ekonomickém systému.

Proveďte rozbor spotřeby elektrické energie daného technicko-ekonomického systému.

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
Ústřední knihovna
LIBEREC 1, STUDENTSKÁ 8
PSC 461 17

V 168 / 82

Autorské právo se řídí směrnicí
MŠK pro státní záv. zkoušky č. j. 31
727/62-III/2 ze dne 13. července
1962-Věstník MŠK XVIII, sešit 24 ze
dne 31.3.1962/19 aut. z č. 115/3355

12 PELEKÁ

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: /1/ Glensdorf, P.; Prigožin, I.: Termodinamičeskaja teorie struktury ustojčivosti i fluktuacij Moskva - Mir, 1973.
/2/ Panáková, M.: d.p. Aplikace termodynamické teor struktury a stability na podmínky technick -ekonomického systému

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing. Jáchym Novák, CSc.

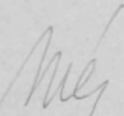
Konsultanti: Ing. Jiří Lebeda

Datum zahájení diplomové práce: 15.9.1981

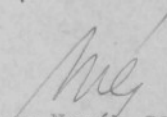
Datum odevzdání diplomové práce: 4.6.1982

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
fakulta textilního inženýrství
L. S.

LIBEREC


c.Ing. Jáchym Novák, CSc.

Vedoucí katedry


Doc.Ing. Jáchym Novák, CSc.

Děkan

Rozsah grafických laboratorních prací:

Rozsah průvodní zprávy:

Seznam odborné literatury: /1/ Glensdorf, P.; Prigožin, I.: Termodinamičeskaja teorie struktury ustojčivosti i fluktuacij Moskva - Mir, 1973.
/2/ Panáková, M.: d.p. Aplikace termodynamické teor struktury a stability na podmínky technick -ekonomického systému

Vedoucí diplomové práce: Doc.Ing. Jáchym Novák, CSc.

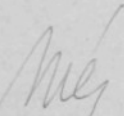
Konsultanti: Ing. Jiří Lebeda

Datum zahájení diplomové práce: 15.9.1981

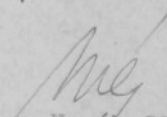
Datum odevzdání diplomové práce: 4.6.1982

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ A TEXTILNÍ
fakulta textilního inženýrství
L. S.

LIBEREC


c.Ing. Jáchym Novák, CSc.

Vedoucí katedry


Doc.Ing. Jáchym Novák, CSc.

Děkan

MIESTOPRÍSAŽNÉ PREHLÁSENIE

Miestoprísažne prehlasujem, že som diplomovú prácu vypracoval samostatne s použitím uvedenej odbornej literatúry.

Ján Luca

Ján Luca

V Liberci 4.6.1982

Obsah

	str.
Úvodný list	1
Zadanie DP	2
Miestoprisažné prehlásenie	3
Obsah	4
1. Úvod	7
2. Termodynamická teória	10
2.1 Charakteristika termodynamickkej teórie rovnováhy	10
2.1.1 Popis termodynamickkej teórie rovnováhy ..	11
2.1.2 Rozbor súčasného stavu a zdôvodnenie hypotézy	13
2.2 Popis vybraného technicko-ekonomického systému	14
2.2.1 Technologický popis pradiarne v n.p. Seba Tanvald	14
2.2.2 Technologický popis mykania	17
2.2.3 Overenie výpočtu s hodnotami nameranými	19
3. Tok hmoty	26
3.1 Tok hmoty v danom technicko-ekonomickom systéme	30
3.2 Tok hmoty pomocou prenosu lineárneho dynamického systému	31
3.3 Zrovnanie skutočne nameraných hodnôt s vyslovenou hypotézou	37
4. Energetická závislosť	38
4.1 Výkon a práca elektrického prúdu	38
4.2 Metóda merania príkonu elektrických strojov	40
4.3 Rozbor elektrickej energie vo vybranom technicko-ekonomickom systéme	48
5. Záver	53
Zoznam použitej literatury	56
Poďakovanie	57

Použité symboly :

A	- práca
E	- intenzita elektrického poľa
F	- sila
I	- tok veličiny extenzívnej v ohraničenom priestore
K	- hodnota statického zosilnenia
L	- súradnica bodu
N	- nameraná hodnota
P	- výkon obecné
P_S	- energia potrebná k výrobe 1 kg pavučiny
$S(p)$	- prenosová funkcia
T	- časová konštanta
$U(t)$	- veličina vstupu do systému
$Y(t)$	- veličina výstupu zo systému
W_o	- energia výkonu celkom násobená počtom hodín
W_l	- celková energia potrebná k výrobe materiálu
W_{BM}	- energia potrebná k chodu stroja bez materiálu
W_M	- merná energia
W_{MV}	- energia potrebná k výrobe 1 kg pavučiny
W_{ZTR}	- energia ztrát
Q	- elektrický náboj
Q_c	- celková produkcia za sledované obdobie
Q_{ZTR}	- odpad materiálu
X	- rozsah stupnice
$f(x,y,z)$	- intenzívna veličina
h_r	- rozteč
h_f	- výška pätky
h_z	- výška zubu
i	- okamžitá hodnota prúdu
$j(M)$	- tok hmoty
k	- smernica priamky
n	- rád aproximačnej sústavy
p	- priamka
S	- prierez
t	- čas

u	-	okamžitá hodnota napätia
v	-	rýchlosť prenosu hmoty
x	-	dráha
α, β, γ	-	uhol pilkového poťahu
σ	-	relatívna chyba
ϱ	-	merná hustota
$\gamma(t)$	-	jednotkový skok
φ	-	fázový posuv medzi napätím a prúdom
φ_{AB}	-	potenciál v bode A,B
ν	-	rád harmonickej funkcie
Δ_T	-	absolútna chyba

Niektorých symbolov (napr. A, B, p, Q) sa používa k označeniu rôznych závislostí. Rovnaké symboly sa však nikde nevyskytujú spoločne, takže k zámene nemôže dôjsť.

1. ÚVOD

Hlavný rys súčasného obdobia rozvoja našej ekonomiky spočíva ako sa zdorazňuje v "Hlavných smeroch hospodárskeho rozvoja ČSSR na roky 1981 - 1985" v rozsiahlom zavádzaní intenzifikačných faktorov do všetkých oblastí nášho národného hospodárstva.

Samotné plnenie zámerov národohospodárskeho plánu je podmienené širokým a efektívnym uplatňovaním vedeckotechnického pokroku vo výrobe i v nevýrobných odvetviach našej ekonomiky a najmä v zavádzaní vedecky podložených foriem riadenia.

Technická modernizácia a rekonštrukcia sú dôležitým nositeľom vedeckotechnického pokroku, jeho zákonitou podmienkou a podstatným faktorom intenzifikácie národného hospodárstva.

Vedecko-technická revolúcia sa stáva jednou z možných a reálnych alternatív ďalšieho rozvoja našej ekonomiky a tým vlastne cestou k naplňovaniu sociálnej politiky strany. Preto pri zdokonaľovaní organizácie výroby má veľký význam spojenie riadiacej praxe s ekonomickou politikou.

Dynamický rozvoj priemyslu, teda i priemyslu textilného vyžaduje vychádzať z nutného racionálneho uspokojovania potrieb nášho obyvateľstva a požiadavky efektívneho exportu. K dosiahnutiu tohto cieľu je nutné zdokonaľovanie nástrojov a metód riadiacej práce a zabezpečenie rastu úrovne riadenia.

"V riadení musíme presadiť také prístupy, podľa ktorých vyšia úroveň kvality práce prejavujúca sa vo vysokej technickej úrovni a v lepšom zhodnocovaní daných zdrojov, prinesie vzostup podnikových a osobných príjmov, úspory živej práce a rast produktivity", ako bolo konštatované v zpráve federálnej vlády prednesenej súdruhom Lubomírom Štrougalom na Jarnom zasadaní Federálneho Zhromaždenia v tomto roku.

Vyplíva z toho potreba vyššieho zhodnocovania každej jednotky vynakladaných zdrojov a teda zlepšovanie relácie medzi vynakladanými zdrojmi a získanými efektmi. Skutočnosť, že aká je efektívnosť spoločenskej práce, taká je i tvorba zdrojov, ktoré spoločnosť potrebuje k svojmu rozvoju, potom také môžu byť i predpoklady a podmienky pre život každého člena spoločnosti.

Rozhodujúcu úlohu v intenzifikácii výrobného procesu má a bude mať v najbližších rokoch elektrotechnika, robotika a iné obory. Sú to obory, ktoré môžeme posudzovať z dvoch hľadísk :

- ako zdroj inovácie pre ostatné obory,
- z hľadiska obrovskej vnútornej rezervy.

Určitým nedostatkom v zavádzaní výsledkov vedeckotechnickej revolúcie je nízka účinnosť a malá rýchlosť aplikácie týchto výsledkov v praxi.

Príčinou je to, že pretrvávajú názory mnohých riadiacich pracovníkov z obdobia extenzívneho hospodárenia, podľa ktorého je možné získať vonkajšie zdroje nezávisle na vnútornej intenzifikácii. Preto základnou podmienkou zplnenia rozhodujúcej úlohy je vysoká úroveň riadiacej práce na všetkých stupňoch riadenia a dôsledné využívanie najprogresívnejších technologických metód, materiálov a strojného zariadenia. Riadiaci pracovníci pritom musia postupovať s veľkou predvídavosťou, prehľadom, ale i s odvahou rozhodovať a niesť prípadné riziko.

Hmotné, teda surovínové a energetické zdroje zásadne určujú možnosti ekonomického rastu v oblasti textilnej výroby.

Ekonomické tendencie stávajúcich rokov zvyšujú požiadavky na pracovníkov i celý hospodársky mechanizmus. Tým vyniká problematika dlhodobého plánovania, resp. prognózovania s ohľadom hlavne na vonkajšie podmienky, kedy sa nám doposiaľ nepodarilo dostatočne adaptovať naše hospodárenie.

Úspešný rozvoj národného hospodárstva závisí predovšetkým na schopnosti stanoviť potreby ďalšieho reálneho rozvoja socialistických spoločenských vzťahov a cesty k ich zpláňaniu s očakávanými vymoženosťami vedeckotechnického rozvoja. Riešenie týchto problémov bude možné systematicky uskutočňovať na základe rozpracovania a realizácií vytypovaných inovačných a racionalizačných smerov, medzi ktoré patria napr. : racionalizácia spotreby a využitie palív, energie, kovov, rozvoj výrobných programov založených na tuzemskej surovinovej základni atď..

Predkladaná práca sa zaoberá v náväznosti na uvedené tendencie overením toku hmoty podľa vytvoreného modelu na základe termodynamickej teórie v danom technicko-ekonomickom systéme a ekonomickým zhodnotením efektívnosti výroby v tomto konkrétnom systéme.

2. TERMODYNAMICKÁ TEÓRIA

Zvyšovanie efektívnosti výroby a tým súvisejúcou racionalizáciou spotreby a využitia energie a surovín vo výrobnom procese textilného a odevného priemyslu môžeme dosiahnuť aplikáciou modelov. Tieto modely sú vytvorené na základe niektorých teórií v oblasti technických vied. Jednou z nich je i termodynamická teória, ktorá sa v dnešnom rýchlom, dynamickom rozvoji vedy a techniky dá aplikovať na rôzne výrobné cykly. Jej poznatkov môžeme využiť v úpravách technologických operácií atď. Samotná teória sa dá previesť do formy matematických modelov a výsledky získané a overované v praxi sa dajú využiť v racionalizácii a zefektívňovaní činnosti daného konkrétneho systému. Sú to nové metódy, ktoré sa dajú využívať v riadení podnikov a závodov.

V oblasti overovania sa poukazuje na otázku stálosti sledovaného systému, ktorá je jednou z neodeliteľných súčastí termodynamickej teórie i mnohých iných teórií. Svoje uplatnenie nadobúda v oblastiach, ktoré sa veľmi rýchlo rozvíjajú. Patrí sem biológia, sociológia a ekonomika. Medzi základné metódy patrí pozorovanie a experiment. Sú to oblasti poznávania a nadobúdania nových poznatkov, ktoré sa postupným zavádzaním uplatňujú v oblasti teórie a praxe v daných konkrétnych systémoch.

2.1 Charakteristika termodynamickej teórie rovnováhy

Termodynamická teória je založená na zkúmaní prírodných zákonov a dejov. Zaoberá sa vzájomnými premenami jednotlivých foriem energie, podľa zákona o zachovaní hmoty a o vzájomných vzťahoch týchto jednotlivých foriem (tj. rovnovážny, nerovnovážny stāv, vratné, nevratné deje atď.). Odvetvie termodynamiky, ktoré sa zaoberá rozborom a sledovaním vratných dejov, hodnotíme v štyroch základných oblastiach:

- zákon o tepelnej rovnováhe systému,
- zákon o zachovaní energie v izolovanom systéme,
- nemožnosť obrátenia prírodného procesu v celom rozsahu,
- minimálny počet premenných potrebných na popis homogénneho systému /1/.

Pojem systém môžeme z hľadiska technicko-ekonomického definovať ako uzavretý celok, vnútorne usporiadaný, resp. neusporiadaný, ktorého činnosť je možno ovlivniť vonkajšími činiteľmi. V prípade, že sa jedná o systém absolútne uzavretý, potom sa jeho činnosť nedá ovlivniť vonkajším prostredím.

Z hľadiska termodynamického systému chápeme systém ako časť priestoru s hmotnou náplňou, v ktorej študujeme termodynamickú teóriu. Súhrn vonkajších podmienok, v ktorých sa skúmaný systém nachádza a jeho nezávislé premenné určujú stav daného systému.

2.1.1 Popis termodynamickej teórie rovnováhy

Rovnovážny stav daného systému je stavom, v ktorom nedochádza k žiadnym ďalším zmenám.

Všeobecný tvar rovnováhy

Uvažujeme systém o objeme V (m^3), ktorý je ohraničený povrchom a sledujeme jeho integrálnu závislosť na čase t .

$$I(t) = \int f dV \quad (2.1)$$

$I(t)$ - extenzívna veličina (hmota, energia, entropia)

$f(x, y, z)$ - intenzitná veličina zodpovedá objemovému povrchu I .

$$f = \frac{\delta I}{\delta V} \quad (2.2)$$

Sledujeme časovú závislosť $I(t)$:

$$-\frac{\partial I}{\partial t} = P(I) + \Phi(I) \quad (2.3)$$

$P(I)$ - zodpovedá vzniku I na tvar :

$$P(I) = (I) dV \quad (2.4)$$

I - zdroj za jednotku času

$$\Phi(I) = \int_{j_n} (I) d\Omega \quad (2.5)$$

I - predstavuje tok veličiny I v ohraničenom povrchu

$$-\frac{\partial I}{\partial t} = \int \dot{o}(I) dV + \int_{j_n} (I) d\Omega \quad (2.6)$$

Ekvivalentným zápisom tejto rovnice je vzťah :

$$dI = d_i I + d_e I \quad (2.7)$$

V lokálnej forme má tvar :

$$-\frac{\partial I}{\partial t} = \dot{o}I + \text{div } j(I) \quad (2.8)$$

Ak I je hmota systému, potom platí $I = M$ a ak f = hustota, potom $f = \rho$, platí zákon zachovania hmoty a má tvar :

$$\dot{o}(M) = 0 \quad (2.9)$$

Zmena hustoty v čase sa rovná divergencii toku hmoty

$$j(M) = \rho \cdot v \quad (2.10)$$

v - rýchlosť prenosu hmoty (m.s^{-1})

Rovnica kontinuity :

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \operatorname{div} \rho \cdot \mathbf{v} = 0 \quad (2.11)$$

2.1.2 Rozbor súčasného stavu a zdôvodnenie hypotézy

Daný problém je spojený s teoretickým riešením v diplomovej práci s. Márie Panákovéj : "APLIKÁCIA TERMODYNAMICKEJ TEÓRII, ŠTRUKTÚRY A STABILITY TECHNICKOEKONOMICKÉHO SYSTÉMU".

Riešiteľka vychádza z jednoduchého technického modelu, ukazuje na pokles hustoty materiálu, ktorý je zapríčinený určitou orientáciou a usporiadanosťou vlákenej suroviny. Dochádza pritom k narastaniu rýchlostí v (m.s^{-1}) po určitéj medze. Vychádzame z hypotézy, že závislosť rýchlosti v (m.s^{-1}) na dráhe $x(\text{m})$ môžeme vyjadriť v grafickom znázornení parabolou. Závislosť súčinu mernej hustoty (kg/m^3) a rýchlosti v (m.s^{-1}), ktorú nazveme tokom hmoty j (M) na dráhe x (m) môžeme v grafickom znázornení vyjadriť ako lineárnu funkciu.

K vysloveniu tejto hypotézy sme dospeli na základe matematického modelu a metódou čiernej schránky. Metóda čiernej schránky je vlastne transformáciou neznámeho obsahu. Úlohou je nájsť takú transformáciu (premenu) vstupov, ktorá privedie k požadovaným výstupom. Zpôsob transformácie môže byť rôzny (napr. počítač sa dá posudzovať a riešiť na princípe mechanickom, elektrickom atď. ...). Používa sa vtedy, ak ide o hľadanie principiálne nových riešení, u ktorých sa dá predpokladať postupné zlepšovanie v ďalších generáciách /2/.

Pri overovaní teoretickej hypotézy v praxi vychádzame z hodnôt nameraných v národnom podniku SEBA TANVALD, nositeľ Radu práce. Informácie nám poskytl pracovníci

národného podniku, súdruhovia ing. Přiklopil, vedúci pradiarne a s. Pólová, technológ pradiarne závodu Ol.

Matematickým modelom je v tomto prípade chápaný model, ktorý nám vyjadruje danú skutočnosť formou číselnou. Jednotlivé vzťahy nám ukazujú na vzájomnú závislosť a podmienenosť. Metóda čiernej schránky zkúma závislosť veličín vstupujúcich do systému a vystupujúcich zo systému. V konkrétnom prípade sa jedná o vzťah od rozvoľnenia balíka bavlny až po výsledný produkt - pavučinu, ktorá je produktom mykacieho stroja. Vytvára sa lineárny model závislosti dráhy x (m) na čase t (s).

2.2 Popis vybraného technicko-ekonomického systému

Surovina, ktorá sa dopravnou cestou prináša k zpracovaniu do pradiarne je v silne zlisovanom stave. Dôvodom je zmenšenie dopravného priestoru. V našom konkrétnom prípade sa jedná o egyptskú bavlnu GIZA 67 o priemernej dĺžke vlákien 32 mm, ktorá sa zpracováva v pradiarni závodu Ol, SEBA TANVALD.

2.2.1 Technologický popis pradiarne v n.p. SEBA TANVALD

V pradiarni sa zpracováva vlákenná surovina. Surovina prichádza k zpracovaniu v zlisovanom stave. Proces rozvoľnenia sa realizuje rôznymi spôsobmi. Z hľadiska základného členenia môžeme rozdeliť proces rozvoľňovanie na čuchranie a potieranie. Pre čuchranie je príznačné rozdeľovanie vlákennej masy sústavou pracovných hrotovej na menšie vložky. Súčasne prebieha i čistenie.

Samotné rozvoľňovanie v našom konkrétnom prípade je prevádzkané na rozvoľňovacích strojoch značky PLATTS, rok výroby 1948. Odber vlákennej suroviny z balíka je prevádzkaný mechanickým podávaním na dopravný pás. Rozvoľňovacím prvkom je rozvoľňovací valec. Skutočný výkon rozvoľňovacieho stroja je 25,1 kg/hod.

Tab. 2.1

Typ rozvol. stroja	Rok výroby	Odber materiálu	Rozvolňov. prvok
PLATTS	1948	mechanický	rozvolňovací valec ϕ 0,406 (m)

Doprava suroviny	Počet strojov	Výkon stroja kg/hod
dopravný pás	8	25,1

Dobré rozvolňenie vlákenej suroviny je dôležitým predpokladom tvorenia vlákenného produktu pre ďalšie spracovanie v pradiarni. Jemnosť vlákenej suroviny v balíku je 1,7 dtex. Pri rozvolňovaní dochádza k čiastočnému odstráneniu nečistôt a zlisovaný materiál sa delí na menšie vložky, čím sa znižuje vzájomná súdržnosť vlákenej suroviny. Hmotnosť jednotlivých vložiek je v priemere 0,05 - n.0,05 (g).

Po rozvolnení sa vlákenná surovina dopravným pásom privádza do trepacieho stroja.

V tomto stroji dochádza k ďalšiemu oslabeniu vzájomnej súdržnosti a čisteniu vlákenej suroviny.

Dopravná cesta od trepacieho stroja k čuchraciemu stroju je prevádzaná pneumatickou dopravou potrubím o priemere $\phi = 0,4$ m. Čuchranie je možné rozdeliť na dva základné typy :

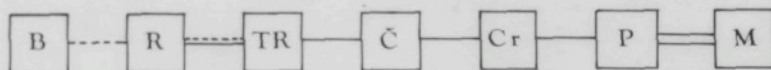
- čuchranie vo voľnom stave,
- čuchranie v zovretom stave.

Čuchraním vo voľnom stave zabezpečujeme pomerne šetrné prepracovanie vlákenného materiálu.

V zovretom stave dochádza k dynamickému pôsobeniu pracovného orgánu na podávaný vlákenný materiál. Po tejto operácii sa pneumatickou dopravou vlákenná surovina vo forme vložiek privádza na potieracie stroje značky PLATTS.

Pri potieraní dochádza k dynamickému pôsobeniu na podávaný vlákenný materiál pomocou pracovného orgánu - krídlenu, ktorý je opatrený ocelovými pravítkami, alebo lištami z hrotu. Okrem rozvolňovacieho účinku sa docieľuje i značné odstránenie nečistôt. Potieranie je záverečnou etapou v sústave klasickej čistiarenskej linky. Výsledným produktom je stučka, tj. návin vlákennej suroviny, u ktorej je patrná určitá rovnomernosť materialu, ktorá je potrebná pre kvalitné zpracovanie na mykacích strojoch. Jemnosť vlákennej suroviny na stučke je 365 ktex.

Na obrázku 1 je grafické znázornenie pradiarenskej linky od rozvolnenia balíka bavlny až po získanie pavučiny z mykacieho stroja.



Obr. 1

B - balík	---- ručné podávanie
R - rozvolňovací stroj	---- dopravný pás
TR - trepací stroj	— pneumatická doprava
Č - čuchrací stroj	
Cr - Crighton	== mechanická doprava
P - potierací stroj	
M - mykací stroj	

Na obrázku je schématické usporiadanie strojov v procese pradenia po mykací stroj v n.p. SEBA TANVALD záv. Ol. Zároveň je naznačená aj dopravná cesta vlákennej suroviny. V konkrétnom prípade sa jedná o proces rozvolňovania egyptskej bavlny GIZA 67. Vyplýva z toho, že ľudská pracovná sila sa využíva len v prvej časti, v nakladaní silne zlisovanej vlákennej suroviny na dopravný pás k rozvolňovaciemu stroju a v poslednej etape, kedy hotové stučky sa mechanickým spôsobom premiestňujú k mykacím strojom.

2.2.2 Technologický popis mykania

Proces mykania má svojim postavením v technológii zpracovania vlákennej suroviny významné postavenie. Procesom mykanie sledujeme a docieľujeme : /3/

1. rozvlákňovanie vlákenného materialu až na jednotlivé vlákna,
2. vylúčenie nečistôt,
3. premiešanie vlákenného materialu,
4. zrovnomenenie a čiastočnej orientácii vlákennej suroviny,
5. tvorbu jemnej pavučiny.

Rozlišujeme dva základné typy mykacích strojov :

1. víčkové mykacie stroje,
2. válcové mykacie stroje.

Rozdiel spočíva v systéme hlavného uzlu mykania.

V našom konkrétnom prípade sa jedná o víčkový mykací stroj FALUBASZ CZ 68 poľskej výroby. Je určený pre stučkovú dodávku materiálu.

Mykací stroj Falubasz CZ 68 je schematicky znázornený na obrázku 2.2

Orgány víčkového mykacieho stroja

1. rozvolňovací valec,
2. hlavný pracovný valec,
3. víčka,
4. snímací valec.

Vlákenná surovina vo forme stučky je podávacím zariadením mykacieho stroja podávaná do zóny rýchle sa otáčajúceho rozvolňovacieho valca. Obvodová rýchlosť tohto valca je $v_p = 13,35 \text{ m.s}^{-1}$.

Počet otáčok rozvolňovacieho valca je 18 ot.s^{-1} . Rozvolňovací valec pôsobí značným čistiacím účinkom. Jednotlivé vlákna sú v dopravnej zóne a dochádza k prechodu

vlákennej suroviny na hlavný pracovný valec. Obvodová rýchlosť hlavného pracovného valca je $v_H = 23,8 \text{ m.s}^{-1}$. Počet otáčok 6,25 ot/s.

Pracovná zóna : hlavný valec - víčka

Povlaky jednotlivých pracovných orgánov sú v tomto prípade v polohe na mykanie. Pohyb oboch pracovných orgánov je v rovnakom smere, avšak líšia sa ich obvodové rýchlosti. Obvodová rýchlosť hlavného pracovného valca je väčšia než obvodová rýchlosť víčok. Hlavnú prácu koná prvých šesť víčok, ktoré sa nachádzajú v pracovnej polohe.

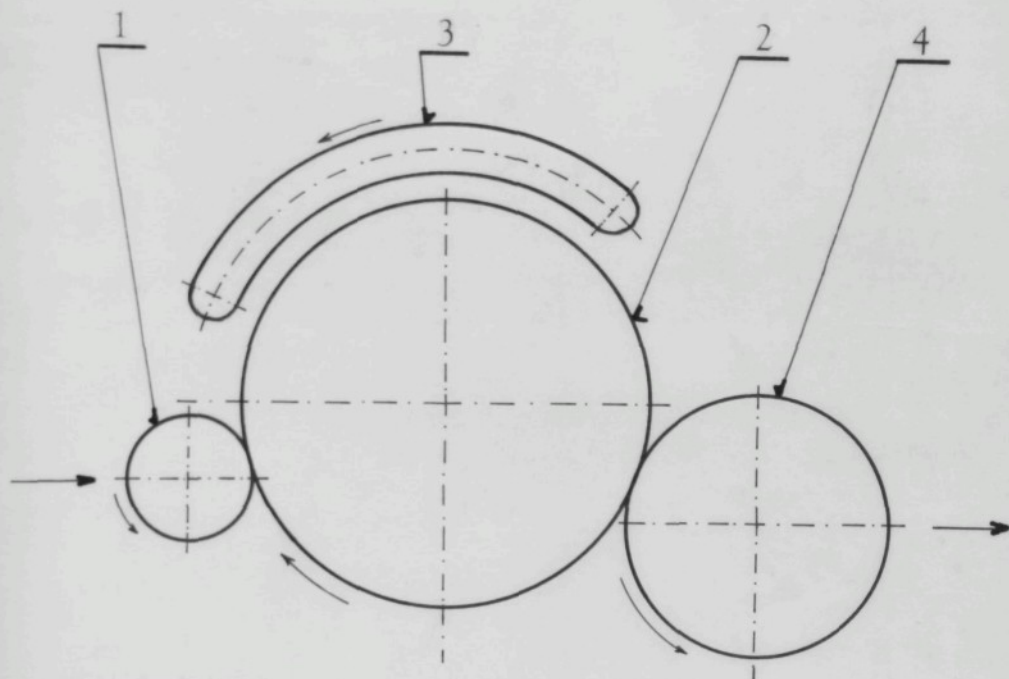
Zóna : hlavný pracovný valec - snímací valec

V pracovnej zóne týchto orgánov dochádza k zhusteniu vlákennej suroviny v pavučinu. Mieru zhustenia vyjadríme pomocou pomerov obvodových rýchlostí jednotlivých orgánov. Obvodová rýchlosť snímacieho valca $v_S = 0,69 \text{ m.s}^{-1}$. Potom miera zhustenia MZ je vyjadrená pomocou vzťahu

$$MZ = \frac{v_H}{v_S} = 34,45$$

Snímanie pavučiny zo snímacieho valca zabezpečuje snímací hrebeň. Vykonáva kmitavý pohyb. Počet kmitov: 30 kmitov za sekundu. Pavučina je potom odťahovým zariadením odvádzaná do konve o priemere $\phi 0,6 \text{ m}$. Odťahová rýchlosť je $0,83 \text{ m.s}^{-1}$. Objem konve je obmedzený podľa dĺžky navinutého prameňa. Výsledná jemnosť prameňa je 4,25 ktex.

Pracovné orgány mykacieho stroja majú povrch opatrený pilkovým poťahom. Charakteristika pilkových poťahov je uvedená v stati číslo 3 "Tek hmoty".



Obr. 2.2

2.2.3 Overenie výpočtu s hodnotami nameranými

Údaje a hodnoty sú získané z pradiarni n.p. Seba Tanvald závod Ol. Závod je monopolným výrobcem sypkoviny. Ako už bolo spomenuté, v našom konkrétnom prípade sme sa zamerali na zpracovanie 100 % bavlny GIZA 67, priemernej dĺžky vlákna 32 mm.

Tab. 2.2

UKAZATEĽ	
♂ hmotnosť balíka (kg)	330
rozмеры 1 balíka (m)	0,57 x 1,3 x 0,8
Objem 1 ₃ balíka m ³	0,5929
pracovna šírka snímacieho valca (m)	1
rýchlosť snímania pavučiny m.s ⁻¹	0,83
zpracovanie 1 balíka 1 strojom (hod)	28,74
teoretická produkcia myk. stroja (kg/s)	3,54 · 10 ⁻³
praktická produkcia myk. stroja (kg/s)	3,19 · 10 ⁻³

Hodnoty sú uvedené v SI sústave, aby sa predošlo prípadnému zkresleniu.

Overením teoretických poznatkov v praxi, podľa hodnôt nameraných v prevádzke pradiarni, sme získali nasledovné hodnoty.

ρ_1 (kg.m⁻³) - počiatočná merná hustota bavlny prepočítaná z rozmerov balíka

ρ_2 (kg.m⁻³) - merná hustota pavučiny, ktorá je produktom mykacieho stroja

$$\rho_2 = 40 \text{ (kg.m}^{-3}\text{)}$$

Pri počiatočných podmienkach :

$$x = 0 \text{ (m)} \quad \text{a} \quad t_0 = 0 \text{ (s)}$$

a pri konečných podmienkach :

$$x = 15 \text{ (m)} \quad t_1 = 3310,2 \text{ (s)}$$

je možno predpokladať, že hustota je lineárne závislá na dráhe x (m) a na čase t (s).

Lineárnu závislosť získame matematickým výpočtom smernice priamky p , pre ktorú platí obecný vzťah, že :

$$p : y_2 - y_1 = k \cdot (x_2 - x_1) \quad (2.12)$$

kde : $y_1; y_2$ - body na súradnici y

$x_2; x_1$ - body na súradnici x

k - smernica priamky p .

Smernicou priamky a jej matematickou úpravou sme získali závislosť hustoty a vyjadrujeme ju ako :

$\rho(x)$ - závislosť hustoty na dráhe

$\rho(t)$ - závislosť hustoty na čase

$x(t)$ - závislosť dráhy na čase

$$\rho(x) = 556,58 - 33,44 x$$

$$\rho(t) = 556,58 - 0,1561 t$$

$$x(t) = - 4,531 \cdot 10^{-3} t$$

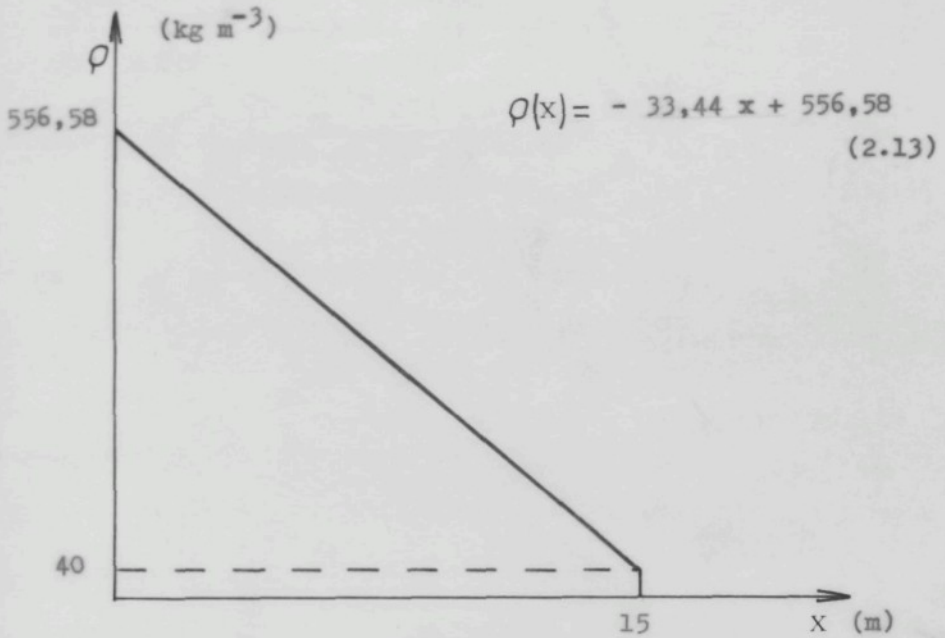
Úpravou rovnice kontinuity vypočítame rýchlosť v ($m \cdot s^{-1}$) na základe prenosu hmoty.

$$\frac{\partial \rho}{\partial t} + \rho \frac{\partial v}{\partial x} + v \frac{\partial \rho}{\partial x} = \frac{\partial \rho}{\partial t} - (\text{div} \cdot \rho \cdot v) \quad (2.16)$$

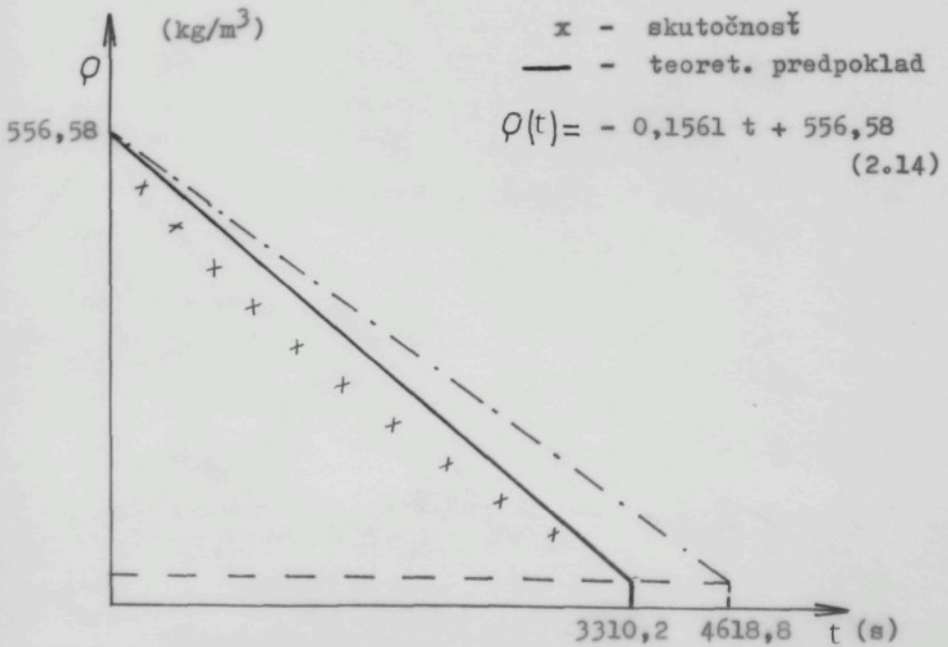
$$\frac{\partial \rho}{\partial t} = - 0,1561$$

$$\frac{\partial \rho}{\partial x} = - 33,44$$

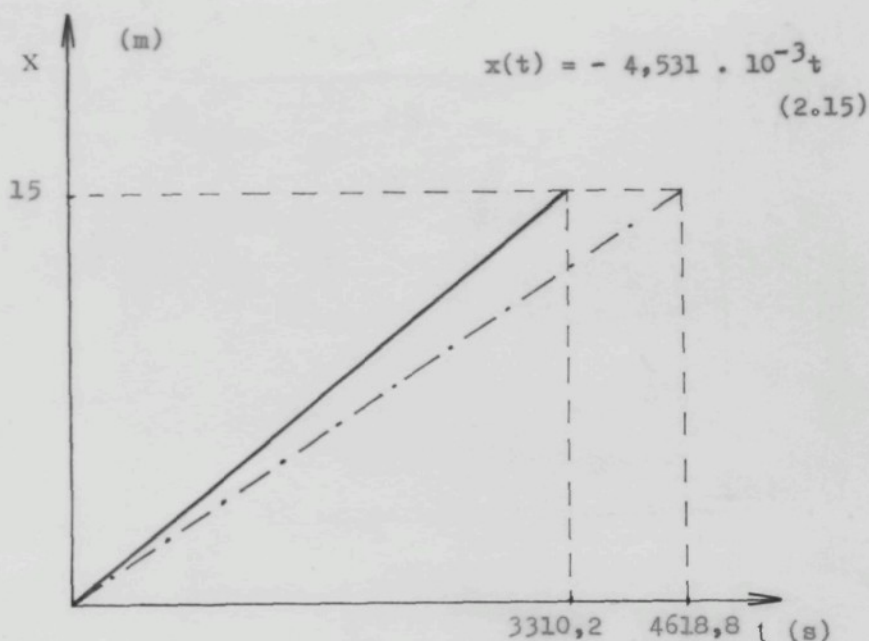
$$\frac{\partial v}{\partial x} = \frac{0,1561 + 33,44 v}{556,58 - 33,44 x} = \frac{dv}{dx} = \frac{A + B \cdot v}{C - D \cdot x} \quad (2.17)$$



Graf 2.1



Graf 2.2



Graf 2.3

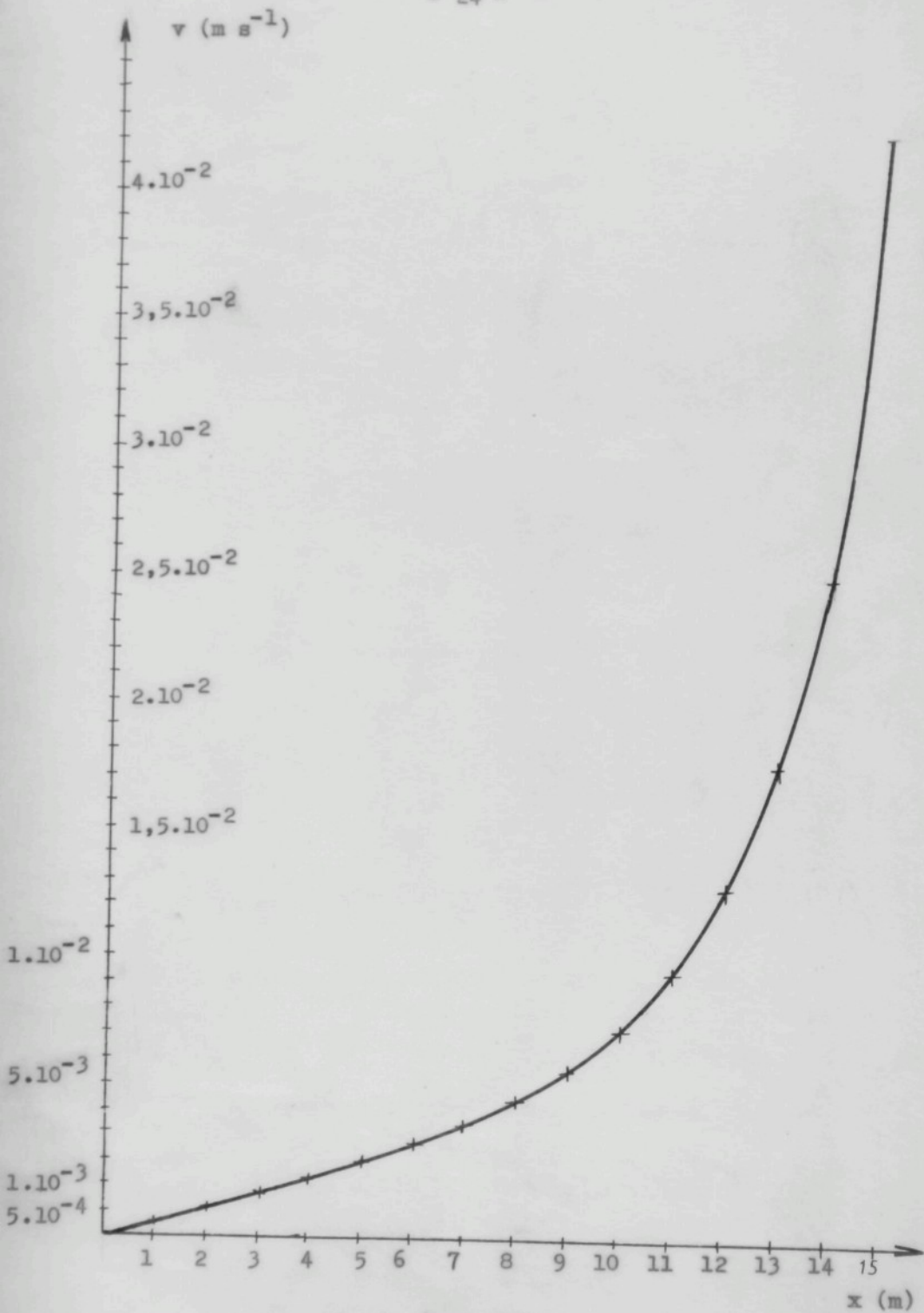
po upravách (separácia premenných a variácia konštanty) dostávame výraz

$$v(x) = \frac{A}{B} \left(\frac{C}{C - D_x} - 1 \right) \quad (\text{m} \cdot \text{s}^{-1}) \quad (2.18)$$

Úlohou je určiť koeficienty A, B, C, s použitím pôvodných počiatkových podmienok. Výpočtom z rovnice kontinuity sme získali číselnú hodnotu koeficientu :

- A = 0,1561 , smernica priamky φ/t
- B = 33,44 , smernica priamky φ/x
- C = 556,58 , počiatková hustota balíku
- D = B predpoklad

Daná závislosť je graficky vyjádrená v grafe 2.4.



Graf 2.4

Zhrnutie :

Z grafického znázornenia rýchlosti v (m/s^1) v závislosti na dráhe x (m) vyplýva, že tvar je parabolický. Na základe konkrétnych hodnot môžeme napísať rovnicu paraboly.

Oobecne platí, že :

$$y^2 = 2px = p = \frac{1}{2} \cdot \frac{y^2}{x} \quad (2.19)$$

Vieme, že bod $L (10; 7,026 \cdot 10^{-3})$ leží na parabole $\Rightarrow$ paltí

$$L \in p: (7,026 \cdot 10^{-3})^2 = 2 \cdot p \cdot 10$$

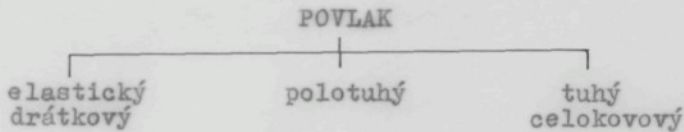
$$p = 2,5 \cdot 10^{-6}$$

$$p : \underline{\underline{y^2 = 2,5 \cdot 10^{-6} x}} \quad (2.20)$$

V tomto prípade ide o kvadratickú závislosť, pričom rýchlosť $v(x)$ v celom rozmedzí, tj. od (0,15) m prebieha proces pradenia. Je charakteristické, že od dráhy (12 - 15) m je prudké narastanie rýchlosti v (m s^{-1}) a má kontinuálny charakter.

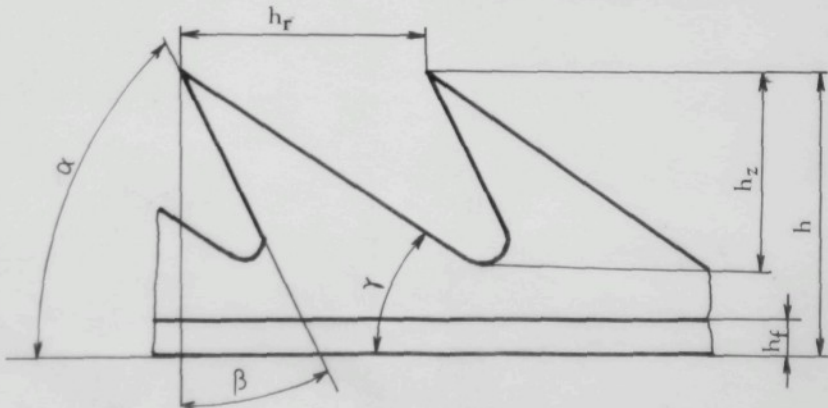
3. TOK HMOTY

Znalosť základných zákonov transportu hmoty a energie je nutnou podmienkou pri riešení rôznych technických i ekonomických problémov. Tok hmoty sa vytvára v dopravnej ceste. Tok vlákien sa v danom konkrétnom technicko-ekonomickom systéme vytvára v dopravnej ceste ojednocovacieho zariadenia. Ojednocovacím zariadením tu rozumíme pracovné valcové orgány, ktorých povrch je opatrený pilkovým poťahom. Charakteristickým znakom pilkového poťahu je jeho tvar, výška zubu, rozteč zubov a výška stúpania závitov vinutia povlaku (viz obr. 3.1). Povolaky môžeme rozlíšiť podľa nasledujúceho schématu. /3/



V našom konkrétnom prípade je použitý celokovový povlak. Jeho výhodou sú nasledovné znaky :

- zuby povlaku sú tuhé,
- možné bližšie pristavenie pracovných orgánov,
- nižšia výška zubov a ich trojuholníkový tvar znižuje množstvo trvalého zaplnenie hlav. bubnu,
- zníženie nákladov na čistenie a menší odpad



Obr. 3.1 : Charakter. veličiny povlaku

- α - uhol pracovnej hrany zubu
 β - prsný uhol
 γ - uhol chrbta zubu
 h_r - rozteč
 h - výška povlaku
 h_z - výška zubu
 h_f - výška patky

Môžeme povedať, že v systéme existujú potom "mechanické hybné sily", ktoré spôsobujú tok hmoty a členíme ich na zložky :

- a) zložka plniaca
b) zložka mykacia
c) zložka silového pôsobenia skôr uchytých vlákien.

Zároveň tu pôsobia i zložky sily :

napínacia sila ,
odstrediva sila ,
trecia sila .

Podľa termodynamiky nevratných pochodov bude mať každá hustota toku príspevok od každej hybnej sily v systéme /4/. Jednou z najdôležitejších charakteristík toku hmoty je postupová rýchlosť² v ($m s^{-1}$).

Predpokladáme, že platí :

$$\left/ \begin{array}{c} \text{rýchlosť akumulácie} \\ \text{hmotnosti} \end{array} \right/ + \left/ \begin{array}{c} \text{rýchlosť prívodu} \\ \text{hmotnosti} \end{array} \right/ - \left/ \begin{array}{c} \text{rýchlosť odvodu} \\ \text{hmotnosti} \end{array} \right/ = 0.$$

Táto rovnica sa dá vyjadriť rovnicou kontinuity :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} + (\nabla \varphi \cdot v) = 0 \quad (3.1)$$

ktorá nám popisuje rýchlosť zmeny hustoty v nehybnom bode spôsobenú zmenou vektora hmotovej rýchlosti $\varphi \cdot v$.

$(\nabla \varphi v)$ divergencia vektorovej veličiny $\varphi \cdot v$
 φv hustota toku hmoty.

Potom výraz :

$$\frac{\partial \varphi}{\partial t} = - (\nabla \varphi v) \quad (3.2)$$

je výsledným tokom hmoty z jednotky objemu. Udáva nám, že rýchlosť vzrastu hmoty vo vnútri objemu nehybného priestoru sa rovná výslednému hmotovému toku suroviny do vnútra elementu delenému jeho objemom /4/.

V teoretickom rozbere toku hmoty konkrétneho technicko ekonomického systému sme tok hmoty označili symbolom $j(M)$ ($\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Vieme, že podľa 2.10 sa tok hmoty rovná súčinu mernej hmotnosti φ (kg m^{-3}) a rýchlosti v (m s^{-1}).

$$j(M) = \varphi \cdot v \quad (\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}) \quad (2.10)$$

Na základe matematickej úpravy rovnice 2.10 dosadením vzťahu 2.17 a jeho úpravou získavame vzťah závislosti rýchlosti

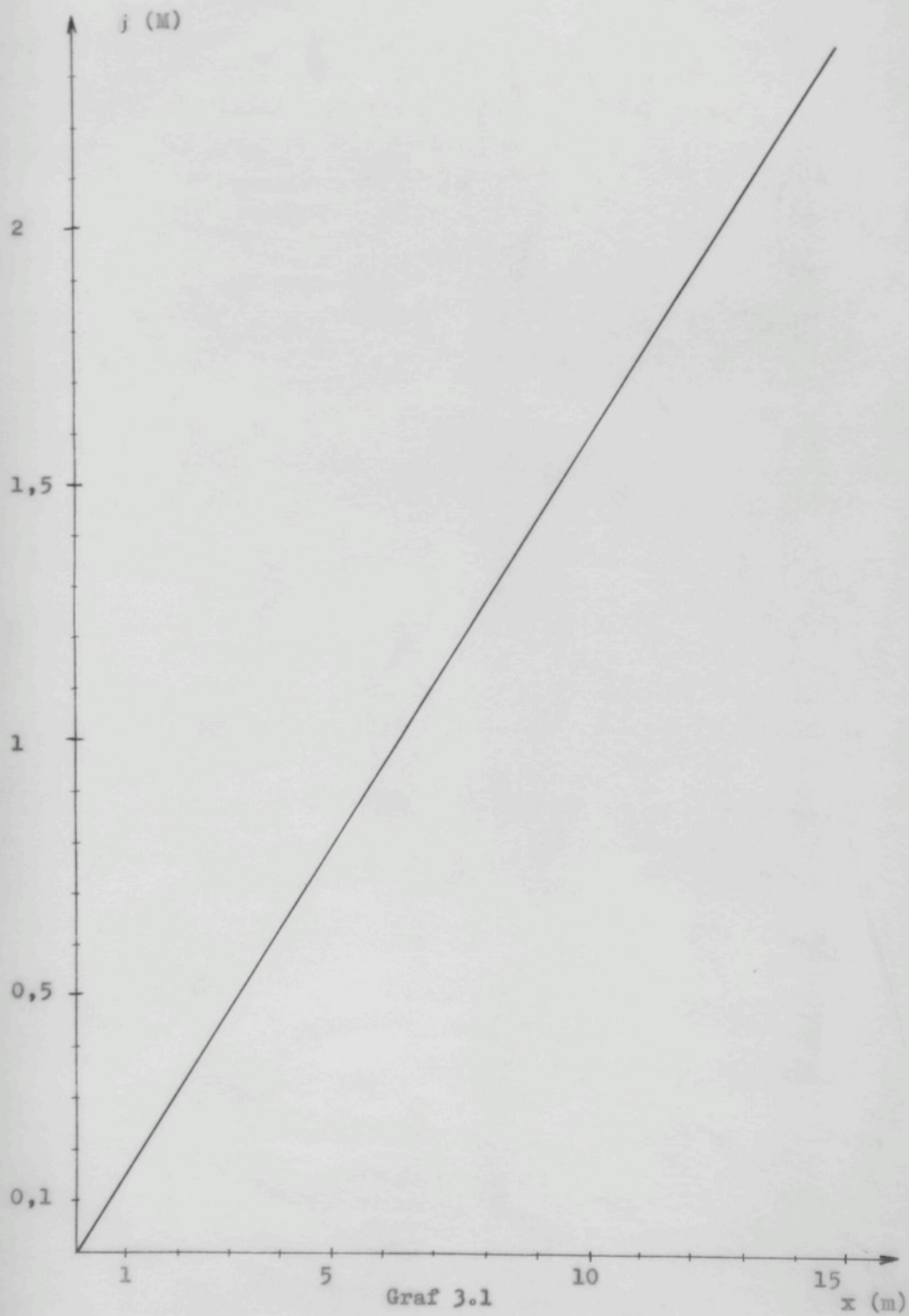
$$v(x) = \frac{A}{B} \left(\frac{C}{C - D_x} - 1 \right) \quad (\text{m s}^{-1}) \quad (2.18)$$

$$\varphi(x) = (C - B_x) \quad (\text{kg/m}^3) \quad (3.3)$$

$$j(M) = A(x) \quad (\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1}) \quad (3.4)$$

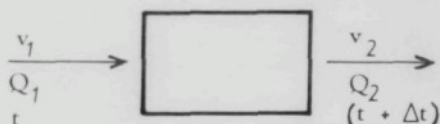
Vypláva, že tok hmoty v závislosti na dráhe je lineárnou závislosťou.

Teoretický rozbor toku hmoty $j(M)$ je graficky znázornený v grafe 3.1.



3.1 Tok hmoty v danom technicko-ekonomickom systéme

Tok vlákien postupuje v smere pozdĺžnej osi a preto je možné predpokladať, že tento smer pohybu vlákiennej suroviny bude sledovať i po vstupe do rozvolňovacej či mykacej jednotky. Postupuje od vstupného valca cez jednotlivé pradiarenské operácie až po výstup z mykacieho stroja vo forme pavučiny. Je charakterizovaná rýchlosťou pohybu vlákien, ich čiastočnou napriamenosťou v pozdĺžnom stave a orientáciou v smere pohybu toku vlákiennej suroviny. Tok hmoty preteká úsekom ohraničeným určitou uzavretou plochou. Vo vnútri tejto plochy sa mení tok hmoty. Môžeme predpokladať, že výsledná rýchlosť v_2 (m s^{-1}) je daná rozdielom výsledných hodnôt na vstupe do tejto plochy a na výstupe z nej v určitej časovej závislosti t .



Obr. 3.2

Z tohoto predpokladu sme vychádzali i pri praktickom pozorovaní závislosti vstupnej rýchlosti v_1 (m s^{-1}) vlákiennej suroviny do pracovnej zóny mykacieho stroja. Sledovaním za časovú jednotku Δt (s) sme zistili nasledovné :

Tab. 3.1

vstupná rýchlosť v_1 (m s^{-1})	$8,33 \cdot 10^{-3}$ (m s^{-1})
praktická produkcia stroja kg/s	$3,19 \cdot 10^{-3}$ (kg s^{-1})
výstupná rýchlosť v_2 (m s^{-1})	$8,33 \cdot 10^{-1}$ (m s^{-1})
hmotnosť 1 m^2 rúna Q_1 (kg)	0,365 (kg)

Z týchto hodnôt, nameraných pri pozorovaní, sme zistili, že :

1. 1 m rúna o hmotnosti $0,365 \text{ kg}$ pri vstupnej rýchlosti $v_1 = 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ (m s}^{-1}\text{)}$ získame na výstupe z mykacieho stroja $99,99 \text{ m}$ pavučiny o hmotnosti $0,365 \text{ kg}$ pri výstupnej rýchlosti $v_2 = 8,33 \cdot 10^{-1} \text{ (m s}^{-1}\text{)}$.

Z tohoto je zrejmé, že platí zákon zachovania hmoty, kedy hmotnosť $Q_1 \text{ (kg)}$ na vstupe sa rovná hmotnosti $Q_2 \text{ (kg)}$ na výstupe.

V našom prípade sa nám zmenila hustota materiálu v závislosti na dráhe a čase.

Môžeme teda vyjadriť, že bežný meter pavučiny má hmotnosť $q = 3,65 \cdot 10^{-3} \text{ kg}$.

3.2 Tok hmoty pomocou prenosu lineárneho dynamického systému

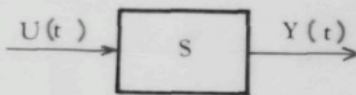
Matematické modelovanie umožňuje podchytiť systém procesov, ktoré prebiehajú na textilných strojoch. Môžeme povedať, že každý textilný stroj si možno predstaviť ako systém, ktorý sa dá rozložiť na rad ďalších subsystémov. Vplyv jednotlivých subsystémov na kvalitu výsledného produktu sa môže študovať experimentálne. Preto si môžeme náročné systémy predstaviť rozložené do subsystémov vo forme matematických modelov.

Chovanie reálneho systému sa nemôže meniť okamžite, ale odohráva sa v čase podľa priebehu, ktorému hovoríme prechodový proces.

Systémy, u ktorých prechod z jedného stavu do druhého prebieha v prechodovom procese, nazývame dynamické systémy.

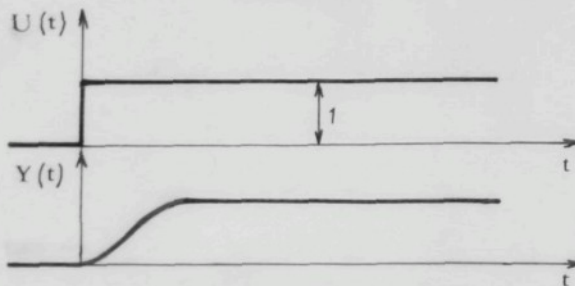
Podmienkou pracovnej spôsobilosti dynamického systému je jeho stabilita, ktorá je základným pojmom v riadení.

Aby sme mohli porovnávať dynamické vlastnosti rôznych systémov, postupujeme často tak, že na vstupe systému $U(t)$ zavedieme poruchu presne definovaného priebehu a sledujeme odozvu systému $Y(t)$ na túto poruchu. Predpokladom je, že systém bol až do okamžiku poruchy v rovnovážnom stave. Porucha v tvare jednotkového skoku $\gamma(t)$ je definovaná tým, že poruchová veličina sa v čase $t = 0$ náhle skokom zmení o 1 (obr. 3.4). To znamená, že výstupná veličina $Y(t)$ sa začne meniť a po určitej dobe dosiahne novej rovnovážnej hodnoty. Tomuto priebehu hovoríme prechodová charakteristika. Meranie prechodovej charakteristiky sa používa pre zisťovanie dynamických vlastností sústavy.



Obr. 3.3

$U(t)$ - vstupná veličina
 $Y(t)$ - výstupná veličina
 S - systém



Obr. 3.4

Pre jednoduchú manipuláciu s prenosom a pre určité normovanie dynamických vlastností sústavy sa skutočný prenos sústavy nahrádza prenosom.

$$S(p) = \frac{k}{(T_p + 1)^n} e^{-T_{dp}} \quad (3.5)$$

T - časová konštanta

n - rád aproximačnej sústavy

k - hodnota statického zesilnenia ≈ 1

$e^{-T_{dp}}$ - hodnota dopravného opozdenia

Vyhodnocovanie prechodových charakteristík zpravidla z pájame s aproximáciou skutočných vlastností sústavy vlastnosťami náhradnej sústavy s vopred známou štruktúrou. Jednou z najpoužívanějších aproximácií v praxi používaných je metóda Prof. Strejca, ktorá sa rieši pomocou dotyčnice v inflexnom bode prechodovej charakteristiky. Táto metóda sa dá použiť i pre prípad, kedy sa jedná o dopravné opozdenie /5/.

V našom konkrétnom prípade sme merali prechodovú charakteristiku mykacieho stroja FALUBASZ CZ 68.

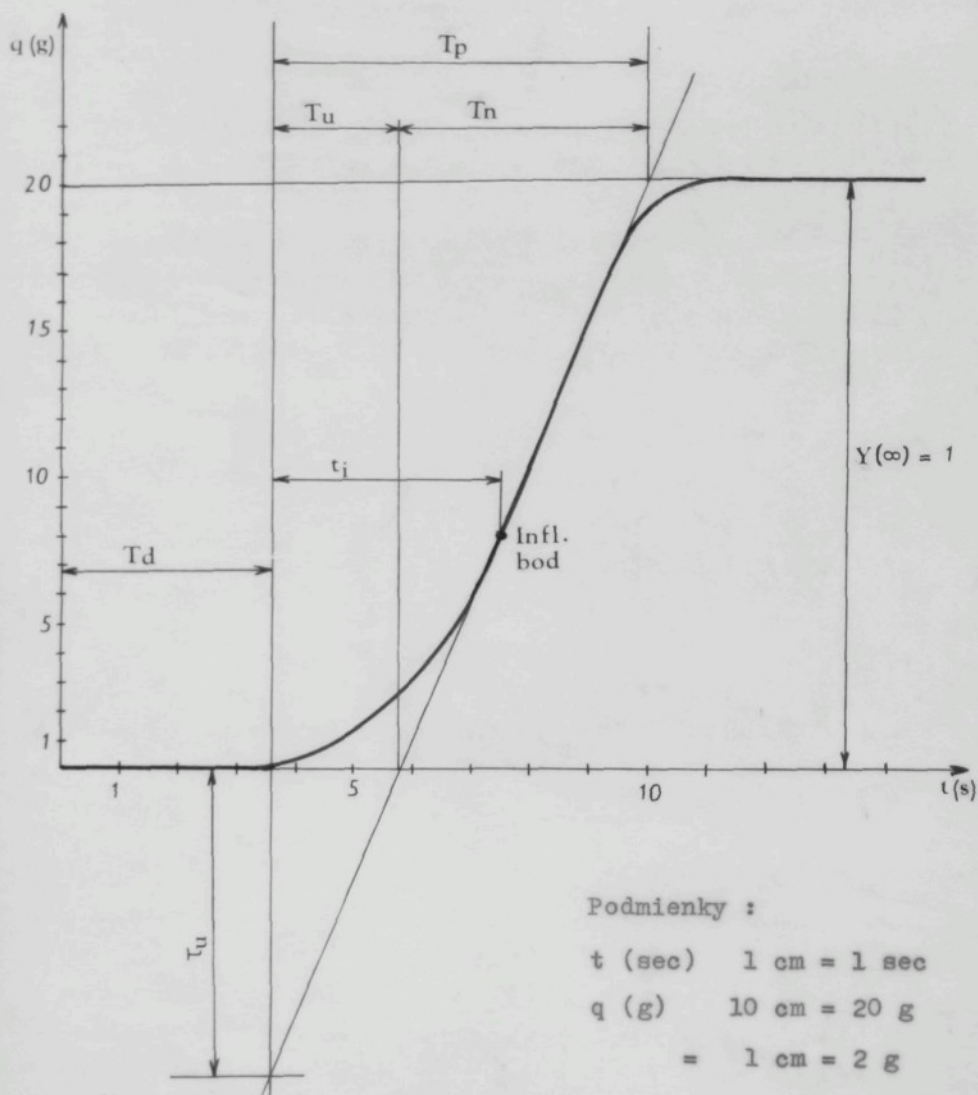
Skutočné vlastnosti prenosu v systéme sme aproximovali sústavou n -tého rádu s rovnako veľkými časovými konštantami.

Pre zostrojenie prechodovej charakteristiky sme namerali následovné priemerné hodnoty hmotnosti materiálu (prameňa). Pre upresnenie uvádzame i smerodajnú odchýlku s .

Tab. 3.2

Meranie č.	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Priem. hodnota	0	0	0	1,043	2,76	6,57	12,33	17,95	19,86	20,21
Smer. odchýlka	0	0	0	0,24	0,82	2,61	2,74	1,83	0,84	0,42

Hodnoty pre zostrojenie prechodovej charakteristiky boli získané zavedením jednotkového skoku (prerúšením dodávky vlákenej suroviny do mykacieho stroja) a súbežným sledovaním doby t , ktorá ubehne do úplného opustenia vlákenej suroviny z pracovných orgánov stroja.



Graf 3.3

T_d	- dopravné opozdenie	3,6 (s)
τ_u	- doba prietahu	5,2

Kedže $0,52 = \tau_u > 0,1$, potom z tabuľky pre apro-
xomáciu podľa metódy Prof. Strejca pre hodnotu 0,52 vyčí-
tame :

Tab. 3.3

n	τ	φ
7	0,570	0,394

φ	- poradnica inflexného bodu
n	- rád sústavy
T_p	- doba prechodu 6,6 (s)
t_i	- doba inflex. bodu 3,9 (sec)
T_n	- doba nábehu 4,2 (sec)
T_u	- doba prietahu 2,4 (sec)

Teraz už poznáme n i t_i a môžeme určiť časovú kon-
štantu T zo vzťahu

$$t_i = (n - 1) T \quad (3.8)$$

$$T = 0,65$$

Prenos aproximačnej sústavy podľa vzťahu je

$$S(p) = \frac{1}{(0,65 p + 1)^7} e^{-3,6 p} \quad (3.9)$$

kde $e^{-3,6 p}$ predstavuje dopravné opozdenie.

Z prevedeného rozboru vyplíva, že doba prechodu
 $T_p = 6,6$ (s), z čoho doba prietahu $T_u = 2,4$ sec a doba
nábehu $T_n = 4,2$ sec.

Uvedený tvar prenosovej charakteristiky znázornený vo vzťahu 3.9 sa dá ďalej previesť na diferenciálnu rovnicu 7. rádu a prepísať do tvaru strojovej rovnice. Táto strojová rovnica sa dá namodelovať na analógový počítač, na ktorom sa potom dajú simulovať rôzne zásahy (poruchy), pre zistenie a overenie chovania sa daného systému.

3.3 Zrovnanie skutočne nameraných hodnôt s vyslovenou hypotézou

Pri zrovnaní výsledkov a ich vyhodnotení vychádzame z vyslovenej hypotézy, kedy predpokladáme, že závislosť rýchlosti v (m s^{-1}) na dráhe x (m) sme vyjadrili parabolickou funkciou (2.18).

Sledovaný systém (proces mykania na mykacom stroji) sme pozorovali v stave ustálenosti toku materiálu. Táto ustálenosť bola sledovaná na :

- vstupnej hodnote (rýchlosť vstupu materiálu, stučky, do pracovnej zóny mykacieho stroja),
- výstupnej hodnote, ktorú sme definovali odťahovou rýchlosťou pavučiny z mykacieho stroja.

Pri zrovnaní teoretického predpokladu so skutočnými nameranými hodnotami sme dospeli k nasledovnému záveru :

- vstupná rýchlosť vlákenej suroviny do mykacieho stroja Falubasz CZ 68 $v_p = 8,33 \cdot 10^{-3} \text{ m s}^{-1}$. Táto rýchlosť odpovedá na grafe č. 2.4 dráhe 10,6 m;
- výstupná rýchlosť $v_s = 8,33 \cdot 10^{-1} \text{ m s}^{-1}$, ktorá ako už bolo spomenuté je definovaná odťahovou rýchlosťou odpovedá na grafe 2.4 dráhe 16,5 m.

Vyplíva z toho, že proces mykania prebieha v dráhovom intervale (10,6; 16,5) m. Dráhovým intervalom tu chápeme dráhu prestúpenia materiálu v mykacom stroji.

Na základe vyslovenej hypotézy, že tok hmoty v závislosti na dráhe má lineárny charakter, sme určili z hodnôt odčítaných z grafu 2.4 na grafe 3.1

- dráhe 10,6 m odpovedá tok hmoty $1,65 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$,
- dráhe 16,5 m odpovedá $j(M) = 2,53 \text{ kg m}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

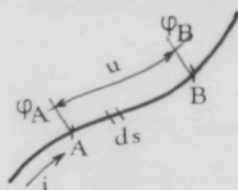
V tomto prípade sa jedná o plošnú hmotnosť materiálu, ktorý vstupuje do procesu mykania.

4. ENERGETICKÁ ZÁVISLOSŤ

4.1 Výkon a práca elektrického prúdu

Rozvoj prírodných technických vied a stále stúpajúca industrializácia kladie neustále vyššie požiadavky na jednotnosť, správnosť v hodnotiacej a rozborovej činnosti.

Zoberme, že v miestach A a B vodiča znázorneného na obr. 4.1 udržiavame potenciálny rozdiel $\varphi_B - \varphi_A$.



Obr. 4.1

Uvažovaný vodič je teda pre-
stúpený elektrickým polom,
ktorého siločiaru sú rovno-
bežné s jeho osou. Ak má in-
tenzita tohoto pola v urče-
nom priereze vodiča hodnotu
 E , pôsobí v uvažovanom mieste
na elektrický náboj dQ ele-
mentárna sila dF .

$$dF = E dQ \quad (N; V m^{-1}; C) \quad 4.1$$

Ak prepraví pole náboj dQ z miesta A do miesta B, vykoná elementárnu prácu dA [7].

$$dA = dQ \int_A^B \vec{E} d\vec{s} = dQ (\varphi_B - \varphi_A). \quad 4.2$$

(J; Vm^{-1} ; m; C; v)

Elementárny prepravovaný náboj dQ prejde uvažova-
ným prierezom vodiča za dobu dt .

Vieme, že elektrický prúd $i(A)$ je definovaný vzťahom

$$i = \frac{dQ}{dt} \quad (A; C; t) \quad 4.3$$

môžeme vykonanú elementárnu prácu dA definovať výrazom

$$dA = u \cdot i \cdot dt \quad 4.4$$

$$\text{Práca} \quad A = \int_0^T u \cdot i \cdot dt \quad (J; V; A; s) \quad 4.5$$

vykonaná elektrickým prúdom v čase 0 až T sa rovná elektrickej energii, ktorú spotrebič zo zdroja odobral. Pretože napätie u a prúd i sú v obecnom prípade veličiny premenné s časom t , je vzťah

$$p = \frac{dA}{dt} = u \cdot i \quad (W; J; s) \quad 4.6$$

okamžitá hodnota výkonu elektrického prúdu.

Stredná hodnota výkonu

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T p \cdot dt = \frac{1}{T} \int_0^T u \cdot i \cdot dt \quad (W; V; A; s) \quad 4.7$$

Ak má napätie na spotrebiči a prúd pretekajúci spotrebičom obecné neharmonický charakter, dá sa previesť rozklad takých funkcií (pri splnení Dirichletových podmienok) pomocou Fourierovho rozvoja a výkon potom definovať

$$P = \frac{1}{T} \int_0^T u \cdot i \cdot dt = U_0 \cdot I_0 + \sum_{v=1}^{\infty} U_v \cdot I_v \cdot \cos \varphi_v \quad 4.8$$

kde v je rádom harmonickej funkcie,

$U_0 \cdot I_0$ je výkon jednosmernej zložky.

Ak zmeriame len harmonický priebeh ($v = 1$) napätia a prúdu jednofázového systému, získame pre činný, jalový a zdanlivý výkon známe vzťahy :

$$P = U \cdot I \cdot \cos \varphi \quad (W) \quad 4.9$$

$$Q = U \cdot I \cdot \sin \varphi \quad (VAr) \quad 4.10$$

$$S = \sqrt{3} \cdot U \cdot I \quad (VA) \quad 4.11$$

Pre trojfázovú sústavu (m = 3)

$$P = \sqrt{3} U I \cos \varphi \quad (W) \quad 4.12$$

$$Q = \sqrt{3} U I \sin \varphi \quad (Var) \quad 4.13$$

$$S = \sqrt{3} U I \quad (VA) \quad 4.14$$

kde U I sú sieťové efektívne hodnoty napätia a prúdu
 φ je fázový posuv medzi prúdom a napätím

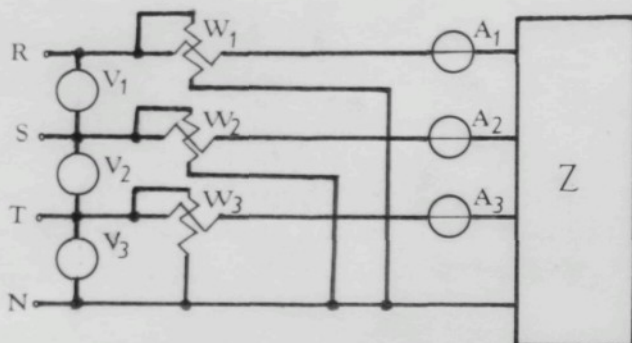
4.2 Metóda merania príkonu elektrických strojov v danom technickom systéme

Meranie činného výkonu P (W) trojfázového prúdu patrí k základným meraniam. Meranie činného výkonu a jeho vyhodnotenie sa môže využiť v zavádzaní opatrení k efektívnemu využívaniu inštalovaných výkonov daných konkrétnych elektrických strojov.

Samotné meranie výkonu trojfázovej sústavy prevádzame obvykle pomocou elektrodynamických watmetro. U týchto elektrodynamických watmetro je direktívny moment závislý na veľkosti napätie a prúdu, pri $\cos \varphi = 1$. /8/

Konkrétne meranie bolo prevedené v pradiarni národného podniku SEBA TANVALD, závod 01.

Meranie bolo prevedené kufríkovými meracími prístrojmi na meranie trojfázovej sústavy. Meracia súprava pozostávala z watmetru, ampérmetru a z voltmetru.



Obr. 4.2

Meranie činného výkonu trojfázového prúdu v štyr-vodičovej sieti troma elektromagnetickými watmetrami

(Dá sa merať i Aronovým zapojením s dvoma watmetrami, je zvlášť vhodné ak nie je k dispozícii nulový vodič).

Žiadnym meracím prístrojom ani meracou metódou sa nedá stanoviť celkom presne skutočná hodnota meranej veličiny. Vyplíva z toho, že každé meranie je zaťažené určitou chybou.

Rozeznávame chyby :

- a) absolútne
- b) relatívne

Absolutná chyba sa vyhodnocuje pri meraní v absolutnej hodnote.

Relatívna chyba sa vyjadruje v % vyjadrení.

Pri vyhodnocovaní berieme v úvahu i chybu meracieho prístroja.

Celková chyba je potom súčtom väčšieho počtu dielčích chýb.

Pri priamom meraní a odčítaní z meracích prístrojov najväčšia možná absolútna chyba merania Δ_T sa určí z triedy presnosti meracieho prístroja zo vzťahu :

$$|\Delta_T| = \frac{X}{100} \cdot \text{trieda presnosti} , \quad 4.15$$

kde X je merací rozsah

Relatívna chyba

$$|\sigma_T| = \frac{|\Delta_T|}{N} \cdot 100 , \quad (\%) \quad 4.16$$

kde N je nameraná hodnota

Označenie meracích kufríkových prístrojov na meranie príkonu

Tab. 4.1

Číslo meracej súpravy	Označenie súpravy	Rozsah prúdu I (A)	Rozsah napätia U (V)	Rozsah výkonu P (W)	Trieda presnosti	Absol. chyba %
1.	QW č. 1601413	5	500	4000	1,5	6
2.	QW II č. 4893199	5	450	4000	1,5	6
3.	QWj č. 6216065	6	450	4000	1,5	6
4.	QW III č. 6217080	6	450	4000	1,5	6

	Relativ. chyba %	Nameran. hodnota pre vyp. chybu
1.	0,49	1210 W
2.	0,75	798 W
3.	0,75	763 W
4.	0,71	840 W

V tabuľkovej časti sa ďalej u meracej súpravy uvádza len poradové číslo 1 - 4, s ktorým bola hodnota nameraná.

Elektrickú energiu dodávanú pradiarenským strojom sledujeme z následovných hľadísk :

1. elektrická energia potrebná k chodu stroja na prázdno bez materialu,
2. elektrická energie potrebná k chodu stroja s materialom,
3. využitie inštalovaného výkonu elektrického motora.

Popis strojov v pradiarni

Tab. 4.2

Názov stroja	Výrobca štát	Rok výroby	Rok inšt.	Ø prod. stroja	Počet strojov
Rozvolňovací stroj PLATTS	anglicko	1948	1950	25,1	8
Stupňovitý čistič	NDR	1967	1968	450	2
Čuchrací stroj PLATTS	anglicko	1949	1950	300	4
CRIGHTON - PLATTS	anglicko	1949	1950	300	2
Potěrací stroj PLATTS	anglicko	1949	1950	126	4
Mykací stroj FALUBASZ CZ 68	PLR	1968	1969	20	24
Pneumatická doprava	ČSSR	1950	1950	-	1

Tabuľka nám udáva sled pracovných strojov v pradiarni závodu Ol. Je uvádzaná z dôvodu zobjektívnenia hodnotenia a rozboru elektrickej závislosti.

Príkony mykacieho stroja FALUBASZ CZ 68

Tab. 4.3

Elektrický motor	Meracia súprava		Napätie U (V)	Prúd I (A)	Výkon P (W)	Inštal. výkon P _n (W)	Koef. využ. P _n (W)	% z Σ P _M
Na pohon tamboru	1	BM	380	3,30	855	2200	55,0	5,0
		M		3,51	1210			
		R		0,21	355			
Na podávanie materiálu	2	BM	380	2,33	359	1100	72,6	3,3
		M		2,46	798			
		R		0,13	439			
Na odsávanie	3	BM	380	1,46	763	800	90,8	3,2
		M		1,46	763			
		R		0,00	-			
Na odťah materiálu	4	BM	380	2,13	760	2200	38,2	3,5
		M		2,19	840			
		R		0,06	80			
Mykací stroj celkom		BM	380	9,22	2737	6300	57,31	15,11
		M		9,62	3611			
		R		0,40	874			

% z P_M - využitie jednotlivých motorov v závislosti na celkovom výkone

BM - chod stroja bez materiálu

M - chod stroja s materiálom

R - rozdiel / M - BM /

V tabulke je zaznamenaná potreba elektrického prúdu I (A) na chod stroja. Celkový inštalovaný výkon P_n (W) elektrických motorov je 6,3 kW. Na chod stroja s materiálom potrebuje mykací stroj 3,611 kW. Z toho je patrné, že koeficient využitia je 57,3 %.

Príkony elektrických motorov pradiarenskej linky,
ak pracuje jeden stroj

Tab. 4.4

Elektrický motor	Číslo mer. súpr.		Napätie U(V)	Prúd I(A)	Výkon P(W)	Inštal. výkon P _n (W)	Koef. využ. P _n (W)	% z ΣP_M
Rozvol. stroj	4	BM	380	2,30	495	2200	22,5	2,07
Platts		M		2,30	495			
		R		0,00	0,0			
Stupňov. čistička	1	BM	380	4,50	764	3000	33,66	4,22
		M		4,61	1010			
		R		0,11	264			
Dopravný pás	3	BM	380	2,15	270	1100	24,54	1,13
		M		2,15	270			
		R		0,00	0,0			
Čuchrací stroj	3	BM	380	9,50	4300	7500	61,33	19,26
		M		11,25	4600			
		R		1,75	300			
Crighton Platts	4	BM	380	3,57	600	4000	37,08	6,21
		M		3,90	1483,5			
		R		0,37	883,5			
Potierací stroj	1	BM	380	10,00	4687,5	7500	99,3	31,19
Platts		M		13,75	7450			
		R		3,75	2762,5			
Mykací stroj	1-4	BM	380	9,22	2737	6300	57,31	15,11
Falubasz		M		9,62	3611			
		R		0,40	874			
Pneumatická doprava		BM	380	10,00	3700	7500	66,6	20,83
		M		12,30	5000			
		R		2,30	1300			

Pozn. : Meranie príkonu pneumatickej dopravy bolo prevedené na základe ústného zdelenia vedúcich odborných pracovníkov pradiarne. Konkrétne meranie sa nemohlo uskutočniť z dôvodu plynulej dodávky suroviny pre jednotlivé stroje.

Príkony elektr. motorov celej pradiarenskej linky

Tab. 4.5

Názov stroja	Počet stroj.		ΣI (A)	ΣP (W)	Σ inšt. výkon. ΣP_n	Koef. využ. ΣP_n	% z ΣP_M
Rozvol. stroje Platts	8	BM	18,40	3690	17600	7,14	2,72
		M	18,40	3690			
		R	0,00	0,0			
Stupňov. čistič.	2	BM	9,00	1528	6000	2,43	1,39
		M	9,22	2020			
		R	0,22	492			
Čuchracie stroje	4	BM	38,00	17200	30000	12,18	12,63
		M	45,00	18400			
		R	7,00	1200			
Crighton Platts	2	BM	7,14	1200	8000	3,24	2,03
		M	7,80	2967			
		R	0,66	1767			
Potierací stroj	4	BM	40,00	18750	30000	12,28	20,45
		M	55,00	29800			
		R	15,00	11050			
Dopravný pás	2	BM	4,30	540	2200	0,89	0,37
		M	4,30	540			
		R	0,00	0,0			
Mykacie stroje Falubasz	23	BM	212,06	62932	144900	58,81	56,98
		M	221,26	83053			
		R	9,20	20121			
Pneumatická doprava	1	BM	10,00	3700	7500	3,04	3,43
		M	12,30	5000			
		R	2,30	1300			

Tab. 4.6

Ukazateľ	Celá linka
Celkový inštalovaný výkon ΣP_n (W)	246 200
Suma príkonu potrebného na chod stroja bez materiálu P_{BM} (W)	109 829
Suma príkonu na chod stroja s materiálom P_M (W)	145 740
% koeficient využitia $\frac{\Sigma P_M}{\Sigma P_n}$	59,19
Ročná spotreba el. ener. $W_o = P_M \cdot t$ (kWh) $t = 2145$ h	$3,1262 \cdot 10^5$
$1 \text{ kWh} = 3,6 \cdot 10^6$ (J) $= W_o \cdot 3,6 \cdot 10^6$ (J)	$1,12540 \cdot 10^{12}$
Ročná produkcia Q_c (kg)	745 081
Spotreba el. energie na výrobu 1 kg priadze $\frac{\Sigma P_M}{Q}$ (W/kg)	0,147
Odpad zo sprac. suroviny Q_{ZTR} (%)	24,462

Vysvetlenie k tabuľkám :

- Tab. 1 : V tabuľke je prevedené označenie meracích prístrojov, ktorými bolo prevedené meranie výkonu elektrického prúdu. Je uvedený i rozsah súpravy.
- Tab. 2 : Zoznamuje nás s jednotlivými strojmi, ktoré sú v pradiarni závodu Ol. Je uvedená pre zobjektívnenie hodnotenia ekonomickej efektívnosti.
- Tab. 3 : Tabuľka vyjadruje potrebu elektrickej energie mykacieho stroja FALUBAS CZ 68.
Poukazuje na koeficient využitia inštalovaného výkonu v závislosti na skutočnej potrebe stroja pri chode s materiálom.
- Tab. 4 : Tabuľka vyjadruje a pokazuje na záťaž elektrickej energie pradiarne, ak v každej pasáži pracuje 1 stroj.
- Tab. 5 : Ako tab. 4 s rozdielom, že pracujú všetky stroje a konečným produktom je pavučina.
- Tab. 6 : Tabuľka vo forme ukazateľov nám udáva základné údaje pre zpracovanie a rozborovú časť.

4.3 Rozbor elektrickej energie vo vybranom technicko-ekonomickom systéme

Elektrická energia je zdrojom pre pohon elektrických otáčavých strojov. Tieto otáčavé stroje nám premieňajú elektrickú energiu v mechanickú, ktorej dôsledkom je uvedenie do chodu otáčavých častí stroja. Zavedením materialu (vlákennej suroviny - v našom prípade bavlna) do pracovných priestorov stroja sa nám časť energie mechanicky mení v energiu, ktorá je potrebná k technologickému zpracovaniu vlákennej suroviny. Tým potom dochádza k určitému ojednocovaniu vlákien.

Na základe údajov uvedených v tabuľke 6 môžeme pre-
viesť nasledovný rozbor.

Celková energia W_o (J) vyjadrená súčinom výkonu
elektrického prúdu potrebného na chod stroja s materiá-
lom a počtu hodín

$$W_o = P_M \cdot t \quad (\text{kWh}) \quad 4.17$$

$$W_o = 3,126123 \cdot 10^5 \quad (\text{kWh})$$

Celková potrebná energia :

$$W_1 = 1,1254043 \cdot 10^{12} \quad (\text{J})$$

Merná energia :

$$W_M = \frac{W_1 \quad (\text{J})}{Q_c \quad (\text{kg})} \quad (\text{J/kg}) \quad 4.18$$

$$W_M = 1,51044 \cdot 10^6 \quad (\text{J/kg})$$

Energetické ztráty W_{ZTR} vyjadríme vzťahom :

$$W_{ZTR} = \frac{(W_1 - W_{BM}) \cdot Q_{ZTR}}{Q} \quad (\text{J}) \quad 4.19$$

$$W_{ZTR} = 5,4502009 \cdot 10^{10} \quad (\text{J})$$

Elektrická energia potrebná k chodu stroja bez ma-
teriálu W_{BM} (J) :

$$W_{BM \ 1} = P_B \cdot t \quad (\text{kWh}) \quad 4.20$$

$$W_{BM} = W_{BM \ 1} \cdot 3,6 \cdot 10^6 \quad (\text{J}) \quad 4.21$$

$$W_{BM} = 8,4809954 \cdot 10^{11} \quad (\text{J})$$

Energie, potrebná k výrobe materialu (pavučiny) sa potom vyjadrí vzťahom :

$$W_{MV} = \frac{(W_1 - W_{BM}) \cdot Q_c}{Q} \quad (J) \quad 4.22$$

$$W_{MV} = 2,2208275 \cdot 10^{11} \quad (J)$$

V percentuálnom vyjadrení :

$$W_1 = 1,1254043 \cdot 10^{12} \quad (J) \dots 100 \%$$

$$W_{BM} = 8,4809954 \cdot 10^{11} \quad (J) \dots 75,36 \%$$

$$W_{ZTR} = 5,4502009 \cdot 10^5 \quad (J) \dots 4,84 \%$$

$$W_{MV} = 2,228275 \cdot 10^{11} \quad (J) \dots 19,80 \%$$

Výkon potrebný na zpracovanie 1 kg pavučiny

$$P_S = \frac{W_{MV}}{Q_c} \quad (J/kg) \quad 4.23$$

$$P_S = 2,9903159 \cdot 10^5 \quad (J/kg)$$

Rozborom hospodárskej činnosti sme zistili, že z 1 kg bavlny, ktorá vo forme balíka vstupuje do procesu rozvolňovania získame 0,75538 kg pavučiny a 0,2446 kg tvorí odpad, čo predstavuje 24,462 %.

	Zpracovaná surovina	Odpad ztraty	Efektívnosť
Bavlna	1 kg	24,462	75,53 %
Energia (J/kg)	$2,9903159 \cdot 10^5$	$7,3149 \cdot 10^4$	$2,2589 \cdot 10^5$

Z čisto fyzikálneho hľadiska je z tabuľky zrejmé, že na zpracovanie 1 kg bavlny potrebujeme $2,990315 \cdot 10^5$ (J). Pri miere efektívnosti zpracovania suroviny 75,53 % získame z 1 kg vlákonnej suroviny 0,755 kg pavučiny, na ktorej zpracovanie potrebujeme $2,2589 \cdot 10^5$ (J).

Ztraty a energia potrebná na zpracovanie odpadu, ovšem z hľadiska ekonomického, musíme zahrnúť do zpracovateľských nákladov. Odpad vznikajúci v procese rozvolňovania až po mykanie môžeme rozdeliť na dve základné skupiny :

1. odpad ďalej zpracovateľný,
2. odpad ďalej nezpracovateľný.

Odpad ďalej zpracovateľný, väčšia časť sa predáva inej organizácii. Celkové množstvo odpadu je 24,46 %. Odpredané množstvo predstavuje 76 % z odpadu. 22 % odpadu sa vracia späť do úpravne a zpracováva sa technológiou, ktorá umožňuje efektívne zhodnotenie suroviny.

2 % z odpadu predstavuje kanálový prach, ktorý sa ďalej nezúžitkováva a vyhadzuje sa. Za úvahu by stálo využiť kanálový prach ako druhotný zdroj energie, ktorú by sme získali jej spaľovaním, resp. iným využitím.

Uvádžame, že pri stanovovaní energetickej potreby sme do rozboru nezahrnuli energiu pracovnej sily, energiu pomocnú (osvetlenie pracovných hál, klimatizáciu).

Z h r n u t i e

Na základe praktického merania prevedeného v pradiarni n.p. Seba Tanvald sme rozborom zistili určité závislosti na potrebe elektrického prúdu a následne i výkonu elektrických strojov. Poukazuje na koeficienty využitia inštalovaných výkonov. Z rozboru vypláva, že niektoré elektrické motory sú silne predimenzované, resp. poddimenzované.

V rozborovej časti poukazujeme na potreby elektrického prúdu a zároveň i príkonu elektrických strojov na zpracovanie 1 kg pavučiny. Vyplíva, že na zpracovanie 1 kg vlákennej suroviny zo stavu silne zlisovaného do formy pavučiny potrebujeme $2,9903159 \cdot 10^5$ (J).

Predpokladáme, že energia, ktorá bola vložená do zpracovania celkového množstva Q_c (kg) sa rovnomerne rozdelí na dve časti :

1. energia, ktorá vstupuje do odpadu (W_{ZTR}),
2. energia, ktorá vstupuje do výrobku (W_{MV}).

5. ZÁVER

V súčasnej etape, etape budovania rozvinutej socialistickej spoločnosti má významné miesto otázka zavádzania najmodernejších metód v oblasti riadenia ekonomických systémov. Daná problematika je zkúmaná z rôznych hľadísk, rôznych teórií, ktorých cieľom je maximálne využitie vkladateľných materiálnych, energetických i ďalších zdrojov.

Úlohou mojej diplomovej práce bolo overenie toku hmoty v praxi podľa termodynamickej teórie.

V úvodnej časti sa zaoberáme riešením danej problematiky na základe hypotézy, že rýchlosť toku hmoty v závislosti na dráhe má charakter parabolický. K tejto hypotéze sme dospeli na základe zákonov termodynamiky (rovnica kontinuity, zákon o zachovaní hmoty a energie).

Ďalej je prevedený technologický popis pradiareňskej linky od rozvolnenia zlisovanej suroviny po mykací stroj v n.p. Seba Tanvald, závod Ol, ktorý zpracováva egyptskú bavlnu GIZA 67.

Z hodnôt zistených v n.p. SEBA boli zostrojené grafické závislosti (2.13), (2.14), (2.15), na základe ktorých po matematických úpravách a vyhodnotení bola vyslovená hypotéza, že závislosť rýchlosti toku materiálu v procese rozvolňovania na dráhe má parabolický tvar, ktorý môžeme vyjadriť rovnicou :

$$p : y^2 = 2,5 \cdot 10^{-6} x \quad (\text{graf 2.4})$$

V ďalšej kapitole "tok hmoty" sa práca podrobnejšie zaoberá dopravnou cestou vlákennej suroviny v procese pradenia. Tok vlákien sa vytvára v dopravnej ceste

ojednocovacieho zariadenia. Predpokladáme, že rýchlosť akumulácie hmotnosti sa rovná súčtu rýchlosti prívodu a odvodu hmotnosti materiálu. Túto závislosť vyjadrujeme rovnicou kontinuity, ktorá nám popisuje rýchlosť zmeny hustoty spôsobenú zmenou vektoru hmotnostnej rýchlosti ρ v (3.1).

Z grafického znázornenia toku hmoty j (M) na dráhe x (graf 3.1) nám vyplíva, že tok hmoty má lineárny charakter (3.4). Predpokladáme, že tok vlákien je v smere pozdĺžnej osi systému.

Tok je charakterizovaný rýchlosťou pohybu vlákien, ich čiastočnou napriamenosťou a orientáciou v smere pohybu toku vlákiennej suroviny. Na základe rozboru toku hmoty pomocou prenosu lineárneho dynamického systému sme určili prenosovú charakteristiku mykacieho stroja. Vyhodnotenie bolo prevedené metódou Prof. Strejca, kedy sme pomocou dotyčnice v inflexnom bode prechodovej charakteristiky aproximovali daný proces (graf 3.3).

Získaný vzťah prenosovej funkcie (3,9) je možné využiť pri zostrojení strojovej rovnice, ktorá sa dá namodelovať na analógový počítač. Výhodou je, že sa dajú simulovať rôzne poruchy, pre zistenie odozvy systému na túto poruchu (zmena vstupnej rýchlosti, zmena počtu otáčok atd.).

Zo zrovnania výsledkov nameraných v n.p. Seba s vyslovenou hypotézou nám vyplíva, že proces mykania prebieha v dráhovom intervale (10,6; 16,5) m. Tým je mienená dráha pohybu materiálu v mykacom stroji.

V rozbere spotreby elektrickej energie daného technicko-ekonomického systému sme zistili, že niektoré elektrické motory (ich inštalované výkony) sú značne predimenzované, resp. poddimenzované. Zároveň sme vy-

jadrili potrebu elektrickej energie na zpracovanie jednotkového množstva vlákenej suroviny (1 kg) (4.22).

V neposlednom rade poukazujeme na určité cesty vo výrobe a konštrukcii strojov, kedy nám z rozboru vyplíva, že približne 75 % z celkovej energie W_1 spotrebujeme na odstránenie pasívnych odporov. Približne 25 % z W_1 nám prechádza do vyrobeného materiálu a odpadu k určitému usporiadaniu vlákenej suroviny.

Zoznam použitej literatúry

- /1/ Panáková, M. : Aplikácia termodynamickkej teórie štruktúry a stability na podmienky technicko-ekonomického systému. Diplomová práca 1980. KPE, VŠST Liberec
- /2/ Halda, M. : Systémové inženýrství. Nadas 1980
- /3/ Ursíny, P. : Proces předení I. Skryptum VŠST Liberec
- /4/ Byron Bild, R. : Přenosové jevy. Academia. Praha 1968
- /5/ Hanuš, B.; Balda, M. : Základy technické kybernetiky I. část. VUT Brno 1981
- /6/ Časopis TEXTIL 6/1981
- /7/ Drechsler, R. : Elektrické meranie II. Základné metódy. SNTL ALFA. Praha 1973
- /8/ Müllerová, K.; Nosek, J. : Cvičení z elektrotechniky. Skryptum VŠST 1981

- Prognózy a koncepce rozvoje odvětví textilního, oděvního a kožedělného průmyslu ČSSR. Sborník přednášek. Dům techniky ČSVTS Pardubice 1981
- Hlavné smery rozvoja národného hospodárstva ČSSR na roky 1981 - 1985
- Zpráva s. L. Štrougala na Jarnom zasadání FZ v r. 1982
- Ekonomický časopis str. 30, 1/1982
- Glensdorf, P. ; Prigožin, I. : Termodynamičeskaja teorija struktury ustojčivosti i fluktuacii. Moskva 1973

P o ě a k o v a n i e

Záverom by som chcel poďakovať vedúcemu diplomovej práce s. Doc. Ing. Jáchymu Novákovi, CSc. za odborné vedenie a s. Ing. Jiřimu Lebedovi, za poskytnuté informácie, ktoré boli použité k vypracovaniu diplomovej práce.

Hodnoty pre zostrojenie grafov 3.1; 4.2

$A = 0,1561$

$B = 33,44$

$C = 556,58$

$$v(x) = \frac{A}{B} \left(\frac{C}{C - D_x} - 1 \right) \quad (\text{m s}^{-1})$$

$v(1) = 2,984 \cdot 10^{-4}$

$v(6) = 2,631 \cdot 10^{-3}$

$v(11) = 9,098 \cdot 10^{-3}$

$v(2) = 6,375 \cdot 10^{-4}$

$v(7) = 3,388 \cdot 10^{-3}$

$v(12) = 1,206 \cdot 10^{-2}$

$v(3) = 1,026 \cdot 10^{-3}$

$v(8) = 4,32 \cdot 10^{-3}$

$v(13) = 1,665 \cdot 10^{-2}$

$v(4) = 1,477 \cdot 10^{-3}$

$v(9) = 5,496 \cdot 10^{-3}$

$v(14) = 2,472 \cdot 10^{-2}$

$v(5) = 2,001 \cdot 10^{-3}$

$v(10) = 7,026 \cdot 10^{-3}$

$v(15) = 4,259 \cdot 10^{-2}$

$$\varphi(x) = 33,44 x + 556,58$$

$(1) = 523,14$

$(6) = 335,94$

$(11) = 188,74$

$(2) = 489,7$

$(7) = 322,5$

$(12) = 155,3$

$(3) = 456,26$

$(8) = 289,06$

$(13) = 121,86$

$(4) = 422,82$

$(9) = 255,62$

$(14) = 82,42$

$(5) = 389,38$

$(10) = 222,18$

$(15) = 54,98$

$$j(M) = \varphi \cdot v \quad (\text{kg m}^{-2} \text{s}^{-1})$$

$j(1) = 1,535 \cdot 10^{-1}$

$j(6) = 9,365 \cdot 10^{-1}$

$j(11) = 1,717$

$j(2) = 3,122 \cdot 10^{-1}$

$j(7) = 1,096$

$j(12) = 1,873$

$j(3) = 4,681 \cdot 10^{-1}$

$j(8) = 1,249$

$j(13) = 2,029$

$j(4) = 6,128 \cdot 10^{-1}$

$j(9) = 1,405$

$j(14) = 2,186$

$j(5) = 7,791 \cdot 10^{-1}$

$j(10) = 1,561$

$j(15) = 2,34$

V 168 / 82 T