

Vysoká škola strojní a textilní v Liberci  
nositelka Řádu práce

Fakulta strojní

Obor 23-07-08

Strojírenská technologie

zaměření

tváření kovů a plastických hmot

Katedra tváření kovů a plastů

RACIONALIZACE V OBLASTI NORMOVÁNÍ TECHNOLOGICKÝCH POSTUPŮ  
VYUŽITÍM VÝPOČETNÍ TECHNIKY PŘI SVAŘOVÁNÍ

KPT-317

Pavel BĀRTA

Vedoucí diplomové práce: Ing. Heinz Neumann  
VŠST LIBEREC

Konzultant : Ing. Pochobradský  
ČKD KUTNÁ HORA

Rozsah práce a příloh

Počet stran : 57  
Počet tabulek : 4  
Počet obrázků : 6  
Počet příloh : 2  
Počet výkresů : -

10. května 1988

Vysoká škola: **strojí a textilní**      Fakulta: **strojí**  
Katedra: **tváření a plastů**      Školní rok: **1987/88**

# ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

(PROJEKTU, UMĚLECKÉHO DÍLA, UMĚLECKÉHO VÝKONU)

pro **s. Pavla B á r t u**  
obor **23 07 - 8 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: **Využití výpočetní techniky v oblasti normování  
technologických postupů v oboru svařování.**

### Zásady pro vypracování:

- 1) Seznamte se se současným stavem zpracování technologických postupů v ČKD Kutná Hora.
- 2) Seznamte se s možnostmi aplikace výpočetní techniky v oblasti normování technologických postupů.
- 3) Proveďte zhodnocení ekonomického významu práce.

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

V 246/88 5

Svařování - úprava -  
- požadavky

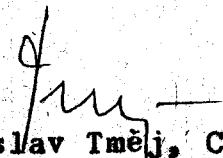
Rozsah grafických prací: 40 - 50 stran textu  
Rozsah průvodní zprávy:  
Seznam odborné literatury: Podle pokynů vedoucího práce a konzultanta z ČKD

Vedoucí diplomové práce: Ing. Heinz Neumann  
Konzultant: Ing. Pochobradský, ČKD o.p., závod Kutná Hora.

Datum zadání diplomové práce: 11. 9. 1987

Termín odevzdání diplomové práce: 10. 5. 1988



  
Doc. Ing. Jaroslav Tměj, CSc.

Vedoucí katedry

  
Prof. Ing. Vladimír Prášil, DrSc.

Děkan

Liberci 12. 9. 87  
V ..... dne ..... 19.....

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

V Liberci dne 10. května 1988

*Jan Bůžek*  
.....

podpis

# O B S A H

	strana
1. ÚVOD	6
2. SVAŘOVÁNÍ V OCHRANNÉ ATMOSFÉŘE CO <sub>2</sub>	8
2.1 Princip svařování v CO <sub>2</sub>	
2.1.1 Způsob přenosu roztaveného přídavného materiálu	10
2.2 Nevýhody svařování v CO <sub>2</sub>	10
2.3 Výhody svařování v CO <sub>2</sub>	11
2.4 Ochranný plyn oxid uhličitý	12
3. URČOVÁNÍ SPOTŘEBY PRÁCE, ČASU, MATERIÁLU A PLYNU	13
3.1 Spotřeba práce, času a její určování	13
3.1.1 Třídění spotřeby práce z hlediska pracovníka a ekonomiky práce	13
3.1.2 Označování spotřeby času ve výrobních podkladech	14
3.1.3 Typová schemata norem času	17
3.1.4 Měření a určování spotřeby času v operaci	18
3.2 Určování spotřeby materiálu	20
3.2.1 Určení spotřeby pomocí normativních hodnot	20
3.2.2 Přídavné materiály pro svařování v CO <sub>2</sub>	21
3.3 Určování spotřeby plynu	22
3.3.1 Určování pomocí normativních hodnot	23
4. DOSAVADNÍ POSTUP PŘI URČOVÁNÍ NOREM SPOTŘEBY PRÁCE, ČASU, MATERIÁLU A PLYNU POUŽÍVANÝ V ČKD KUTNÁ HORA	24
4.1 Skladba údajů v jednotném normativu a možnost jejich využití	24
4.1.1 Časové hodnoty jednotkové práce za klidu	25
4.1.2 Sdružené časové hodnoty $t_{A1}$ ve vazbě ( $t_{A11}$ , $t_{A13}$ , $t_{AX}$ )	25

4.1.3	Sdružené časové hodnoty $t_{A1}$ ve vztahu k provedení svarů určitého druhu a velikosti	26
4.1.4	Technologické parametry včetně časových hodnot $t_{A13}$ na 1 m svaru	26
4.2	Určení spotřeby práce, času, materiálu a plynu z jednotkového normativu	27
5.	ROZBOR ŘEŠENÍ PRO MIKROPOČÍTAČ IQ 151	29
5.1	Vývojový diagram	30
6.	PROGRAM PRO VÝPOČET NOREM SPOTŘEBY PRÁCE, ČASU, SVAŘOVACÍHO DRÁTU A OCHRANNÉHO PLYNU PŘI SVAŘOVÁNÍ V $CO_2$	38
6.1	Data programu	38
6.2	Vyhledávání požadovaných hodnot podle zadaných parametrů a výpočet času svařování, spotřeby drátu a plynu	39
6.3	Určování časů $t_{All}$	41
6.4	Určování časů $t_{B1}$	42
6.5	Výpis programu	42
7.	POROVNÁNÍ ŘEŠENÍ POMOCÍ MIKROPOČÍTAČE A DOSAVADNÍ METODY ŘEŠENÍ	51
8.	ZÁVĚR	54
9.	SEZNAM LITERATURY	56
10.	SEZNAM PŘÍLOH	57

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK A SYMBOLŮ

délka svaru	L /mm/
tloušťka materiálu	s /mm/
velikost koutového svaru	t /mm/
úhel rozevření úkosů svarových hran	$\alpha$ /° /
hmotnost svarového kovu	$G_{SK}$ /kgm <sup>-1</sup> /
skutečná hmotnost svarového kovu	$G'_{SK}$ /kgm <sup>-1</sup> /
hmotnost spotřebovaného svařovacího drátu	G /kgm <sup>-1</sup> /
skutečná hmotnost spotřebovaného svařovacího drátu	$G'$ /kgm <sup>-1</sup> /
koeficient rozstříku	K
koeficient smrštění	$K_S$
hmotnost 1 metru svařovacího drátu	$q_d$ /gm <sup>-1</sup> /
jednotková spotřeba plynu	$q_{CO_2}$ /lmin <sup>-1</sup> /
spotřeba plynu na 1 metr svaru	$Q_{CO_2}$ /lm <sup>-1</sup> /
spotřeba plynu na svar délky L	$Q_{CO_2L}$ /l/
koeficient přirážky směnového času	$K_C$
čas na výměnu svitku drátu	$T_D$ /min/
čas na výměnu lahve plynu	$T_L$ /min/
podíl času na výměnu drátu	$t_{AllD}$ /min/
podíl času na výměnu lahve	$t_{AllL}$ /min/

## 1. ÚVOD

Zabezpečení cílů vytyčených na osmou a připravených na devátou pětiletku vyžaduje daleko důrazněji realizovat dlouhodobou strategii vysoké efektivity výroby a kvality veškeré práce. Jejím základem jsou: převedení ekonomiky na cestu intenzivního rozvoje, racionalizace práce, efektivní strukturální změny v hospodářství, racionální využívání výrobního potenciálu, vysoká hospodárnost, zdokonalování řízení, zapojení hospodářství do socialistické ekonomické integrace a mezinárodní dělby práce. Plánovaných temp rozvoje národního hospodářství musíme dosahovat širokou intenzifikací, růstem produktivity práce, nižší energetickou a materiálovou náročností a vyšším využíváním výrobních fondů. Určujícím činitelem intenzifikace a nejmocnějším zdrojem růstu produktivity práce je věda a technický pokrok.

Odvětví strojírenství bude nadále základem dynamického růstu celé československé ekonomiky. Proto na zabezpečení růstu strojírenské výroby, především s dodávkami pro vývoz, je nezbytné urychlovat technickou rekonstrukci a modernizaci výrobního procesu.

Při zabezpečování rozvoje národního hospodářství má rovněž značný význam soustavné zkoumání spotřeby pracovního času a technickoorganizačních podmínek za daného stupně rozvoje výrobních sil. Normy spotřeby pracovního času udávají nutnou spotřebu práce a jsou výchozími údaji při technicko-hospodářském plánování činnosti socialistického podniku. Pouze na základě objektivních norem spotřeby času je



možno zajistit plné využití kapacit výrobního zařízení, určit optimální počty pracovníků pro vykonání určitého množství práce, stanovit úkoly v růstu produktivity práce, plán nákladů v části základních mzdových prostředků a další ukazatele, takže správně a jednotně stanovená spotřeba času je základem pro objektivní určení všech důležitých složek plánu.

S ohledem na předcházející trend je nutné v ČKD Kutná Hora zabývat se nejen racionalizací svářečských prací ve svařovnách, zaváděním nových způsobů svařování, zlepšováním technicko-organizační úrovně řízení provozu, ale i racionalizací v oblasti normování technologických postupů v oboru svařování a to především využitím moderní výpočetní techniky.

Racionalizace v oblasti normování technologických postupů při svařování využitím výpočetní techniky je předmětem předložené diplomové práce.

V diplomové práci je zpracován program pro určení a výpočet spotřeby práce, času, spotřeby svařovacího drátu a ochranného plynu při svařování v ochranné atmosféře  $CO_2$  pro počítač IQ151.

## 2. SVAŘOVÁNÍ V OCHRANNÉ ATMOSFÉŘE CO<sub>2</sub> /3/, /4/

Svařování v ochranné atmosféře CO<sub>2</sub> (oxidu uhličitého) je jeden z progresivních způsobů tavného svařování elektrickým obloukem metodou MAG mechanizovaným postupem svařování poloautomaticky nebo automaticky. Pro uskutečnění procesu svařování v CO<sub>2</sub> musí být použito svařovací zařízení - zdroj svařovacího proudu, podávací zařízení drátu a spínací zařízení, které zajistí:

- mechanizované rovnoměrné podávání svařovacího drátu s plynule regulovatelnou rychlostí podávání. Velikost svařovacího proudu - základního parametru svařování, je závislá na rychlosti podávání drátu.
- napájení svařovacího okruhu ze zdroje proudu s vhodnou plochou statickou charakteristikou, splňující podmínky vzniku samoregulace svařovacího proudu v závislosti na změně odtavovacího výkonu a vhodnými dynamickými vlastnostmi.
- plynulý přívod ochranného plynu CO<sub>2</sub> potřebné jakosti a množství do prostoru tvoření elektrického oblouku, kde probíhá tavení přídavného a základního materiálu za účelem vytvoření ochranné zóny chránící uvedené procesy před účinkem okolní atmosféry.
- spolehlivý a stálý přívod svařovacího proudu do svařovacího drátu za jeho neustálého pohybu do svaru. Hodnota svařovacího proudu je charakterizována vysokou proudovou hustotou.

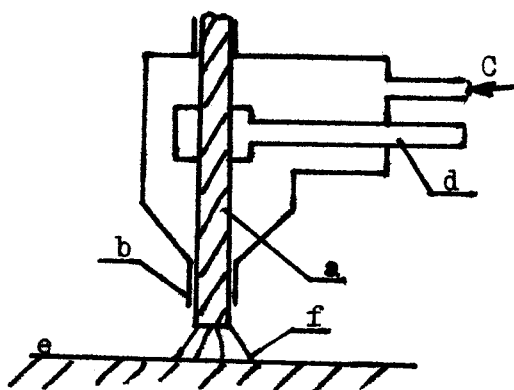
Technologie svařování v CO<sub>2</sub> má široké praktické uplatnění a lze při použití optimálních podmínek technologie

svařování dosáhnout kvalitní svarové spoje při zvýšení produktivity svařečských prací v porovnání s ručním svařováním elektrickým obloukem obalenou elektrodou. Rozsah uplatnění a stupeň využití těchto výhod je závislý na souhrnu okolností a specifických technologických požadavků konkrétního svařovaného výrobku.

## 2.1 Princip svařování v CO<sub>2</sub>

Svařování v CO<sub>2</sub> představuje technologický svařovací proces, při kterém hoření elektrického oblouku, tavení přídavného a základního materiálu, přenos kapiček roztaveného přídavného materiálu přes elektrický oblouk a částečné chladnutí hotového svarového kovu probíhá v ochranné atmosféře CO<sub>2</sub> a dalších složek vznikajících jeho rozkladem v elektrickém oblouku. Tavicí se elektrodu, přídavný materiál, tvoří plný poměděný svařovací drát, který je navinutý na cívice a během procesu svařování podáván automaticky konstantní rychlostí do oblouku. Elektrický oblouk hoření mezi koncem svařovacího drátu a základním materiálem je chráněn oxidem uhličitým, který proudí z plynové hubice kolem odtavujícího se svařovacího drátu. Schema svařovací hubice je na obr. č. 1.

Obr. č. 1



- a - odtavující se elektroda
- b - dýza ochranného plynu
- c - přívod ochranného plynu
- d - přívod elektrického proudu
- e - svářený materiál
- f - elektrický oblouk

### 2.1.1 Způsob přenosu roztaveného přídavného materiálu

Přenos roztaveného svařovacího drátu přes elektrický oblouk probíhá při svařování v  $\text{CO}_2$  vždy ve formě kapek. Způsob oddělování, velikost a četnost kapek a přechod přes elektrický oblouk je ovlivněn aktivitou ochranného plynu  $\text{CO}_2$ , velikostí svařovacího proudu a vlastnostmi svařovacího zařízení, hlavně statickými a dynamickými vlastnostmi zdroje svařovacího proudu a způsobu regulace.

Podle rozměru kapek a délky elektrického oblouku dochází k několika základním druhům svařovacího procesu z hlediska přenosu roztaveného drátu ve formě kapek do tavné lázně svarového kovu.

#### a) Svařování zkratovým procesem

Odtavující se kapka kovu se dotkne základního materiálu dřív, než se oddělí od svařovacího drátu. Při tomto přechodu dochází ke zkratu a přerušení elektrického oblouku, který se musí po odtržení znovu zapálit. Forma přenosu kapek roztaveného přídavného materiálu při zkratovém procesu

- smáčivý proces
- kapkový zkratový proces.

#### b) Svařování bezzkratovým procesem

Odtavující se kapka kovu ze svařovacího drátu se oddělí od drátu dříve, než se dotkne základního materiálu.

### 2.2 Nevýhody svařování v $\text{CO}_2$

- určitý rozstřík svarového kovu, který ulpívá na základním materiálu, nutno používat optimální svařovací parametry pro dosažení minimálního rozstříku

- vyhořívání některých prvků, možno svařovat jen speciálním drátem upraveného chemického složení
- svařovací proces je náročný na přesné dodržování podmínek a parametrů svařování pro dosažení požadované jakosti svarového kovu
- nutno zvýšit ochranu proti zvýšené intenzitě záření a zlepšit větrání
- nutno provádět periodické čišťení hubice svařovacího držáku od rozstříku
- údržba svařovacího zařízení je složitější.

### 2.3 Výhody svařování v CO<sub>2</sub>

Zavedení technologie svařování v CO<sub>2</sub> přináší některé podstatné odlišnosti proti klasickému způsobu svařování, které lze charakterizovat jako výhody a nevýhody svařování v CO<sub>2</sub>, které se navzájem ovlivňují

- svařovací proces je nepřerušovaný, lze jej mechanizovat
- dobrá viditelnost tavné lázně
- zvýšený výkon odtavení a dosažení většího průvaru při použití předepsaných parametrů svařování
- velká pružnost elektrického oblouku, malá spotřeba elektrické energie
- svarový kov obsahuje malé množství vodíku
- nižší hodnota pnutí a deformací po sváření
- na povrchu svarového kovu vzniká malé množství strusky sklovitého charakteru, snadno odstranitelné
- možno svařovat tenké plechy
- možno svařovat ve všech polohách.

## 2.4 Ochranný plyn oxid uhličitý

Oxid uhličitý ve stavu plynném chrání v průběhu svařování tavnou lázeň svarového kovu před účinky okolní atmosféry.

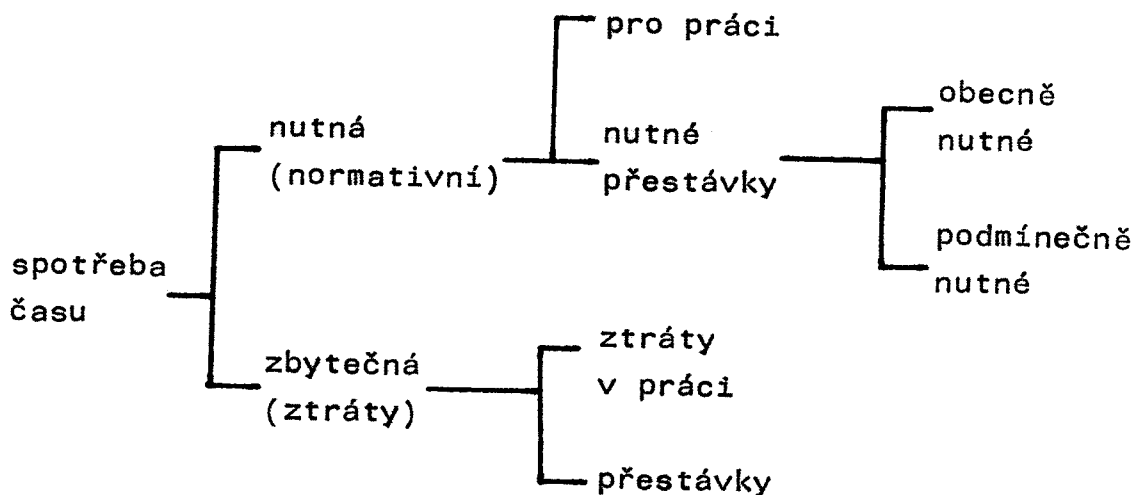
CO<sub>2</sub> je vyráběn podle normy ČSN 65 17 43 "Oxid uhličitý kapalný druh 3". Pro svařovací účely jakosti 99,5 % CO<sub>2</sub> s rosným bodem - 35°C. Láhve s CO<sub>2</sub> této jakosti jsou na hrdle označny proužkem bílé barvy dle ČSN 07 85 09.

### 3. URČOVÁNÍ SPOTŘEBY PRÁCE, ČASU, MATERIÁLU A PLYNU

#### 3.1 Spotřeba práce, času a její určování

##### 3.1.1 Třídění spotřeby času z hlediska pracovníka a ekonomiky /2/ práce

Základní skupiny spotřeby času jsou určeny jak předepsanou prací v průběhu směny, tak i přestávkami, které ve směně z různých příčin vznikají. Takové třídění, rozlišující především nutné a zbytečné z hlediska účelnosti vykonávané práce je na obr. č. 2.



Obr. č. 2

Časy nutné zahrnují čas potřebný k vykonání předepsané práce při plném využití zařízení a dobré organizaci práce i pracoviště a čas nutných přestávek. Nutné spotřebě odpovídá normovatelný čas. Ostatní časy jsou zbytečné (ztrátové).

Každý druh nutného času se skládá ze tří složek:

- čas jednotkový
- čas dávkový
- čas směnový.

Jednotkové dávkové nebo směnové časy označují nutné časy, jejichž spotřeba je buď úměrná počtu jednotek zpracovaného množství (kusů, kg), dávek (sérií), nebo počtu odpracovaných směn, bez ohledu na počet kusů, dávek, během směn zpracovaných.

### 3.1.2 Označování spotřeby času ve výrobních podkladech /2/

Čas práce:

- jednotkové  $t_{A1}$  je čas provedení pracovních úkonů bezprostředně spojených s vykonáváním operace, který může být pravidelný nebo nepravidelný;
- dávkové  $t_{B1}$  je čas pracovních úkonů, které jsou nutné k přípravě a zakončení práce na jedné výrobní dávce nebo sérii;
- směnové  $t_{C1}$  zahrnuje zejména čas na uspořádání pracoviště na počátku směny a úklid na konci směny.

Čas obecně nutných přestávek:

- jednotkových  $t_{A2}$  v celkové spotřebě přímo úměrný počtu jednotek zpracovávaného množství zahrnuje zejména čas na oddech u prací zvlášť namáhavých, jednostranně namáhavých a prací v zdravotně nevhodném prostředí;
- dávkových  $t_{B2}$  je obdobný případ, ale spotřeba je úměrná počtu dávek;
- směnových  $t_{C2}$  je vztažen na směnu a zahrnuje zejména čas osobních potřeb a přestávku na svačinu.



Ve výrobních podkladech se používá označování časových složek symboly. Symbol vyjadřující hodnotu a druh spotřeby času pracovníka bývá složen zpravidla ze dvou částí. První tvoří základní znak, druhou jeho index, který označuje druh spotřeby času. Základním znakem je písmeno:

- t, které značí normu času připadající na složku práce
- T, které značí čas směny nebo druh času připadající na směnu.

Index základního znaku, který se skládá z písmen velké abecedy a jedné až tří číslic, je pro normovatelné časy tvořen takto:

a) počátečním písmenem

A - pro čas přímo úměrný počtu jednotek

B - pro čas úměrný počtu zpracovávaných dávek

C - pro čas přímo úměrný počtu odpracovaných směn

b) číslicemi na prvním místě

1 - pro čas práce

2 - pro čas obecně nutných přestávek

3 - pro podmíněčně nutné přestávky

0 - vyjadřuje, že jde o úhrn času práce a času obecně nutných přestávek

c) číslicemi na druhém místě

1 - pro čas klidu

2 - pro čas za chodu (nezávislý)

3 - pro čas řízeného chodu (strojně ruční)

0 - úhrn časů

d) číslice na třetím místě

1 - čas práce pravidelné

2 - čas práce nepravidelné

- $t_{A101}$  - čas jednotkové práce pravidelné
- $t_{A102}$  - čas jednotkové práce nepravidelný
- $t_{A111}$  - čas jednotkové práce za klidu (pracovní úkony uvnitř operace za klidu stroje)
- $t_{A121}$  - čas jednotkové práce za chodu (činnosti během automatického chodu stroje)
- $t_{A131}$  - čas jednotkové práce strojně ruční
- $t_{A201}$  - jednotkový čas obecně nutných přestávek
- $t_{A211}$  - čas na oddech za klidu
- $t_{A221}$  - čas na oddech za chodu
- $t_{A3}$  - čas jednotkových podmíněčně nutných přestávek
- $t_{AX}$  - čas nepravidelné obsluhy
- $t_{A31}$  - čas za klidu
- $t_{A32}$  - čas za chodu
- $t_{AS}$  - čas jednotkový strojní
- $t_{B201}$  - čas dávkový na oddech
- $t_{B211}$  - čas dávkový na oddech za klidu
- $t_{B221}$  - čas dávkový na oddech za chodu
- $t_{B31}$  - čas dávkový podmíněčně nutných přestávek za klidu
- $t_{B32}$  - čas dávkový podmíněčně nutných přestávek za chodu
- $t_{C201}$  - čas směnový na oddech
- $t_{C202}$  - čas směnový na přirozené potřeby
- $t_{C203}$  - čas směnový na svačinu
- $t_{AC}$  - norma jednotkového času s přírůžkou směnového času

$t_{BC}$  - norma dávkového času s přírážkou směnového času

$k_C$  - koeficient přírážky směnového času

$$k_C = \frac{T_A + T_B + T_C}{T_A + T_B}$$

$T_A, T_B, T_C$  - složky času na směny

$$t_{AC} = k_C \cdot t_A$$

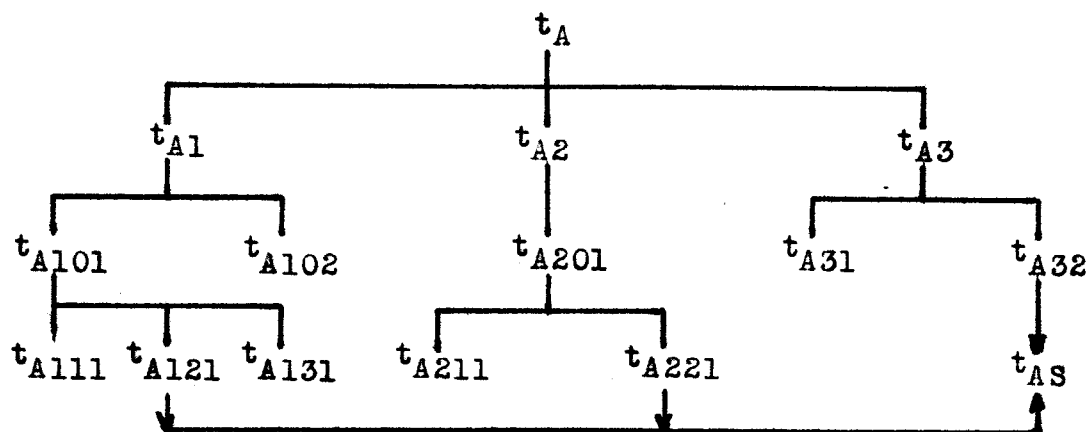
$$t_{BC} = k_C \cdot t_B$$

### 3.1.3 Typová schemata norem času /1/

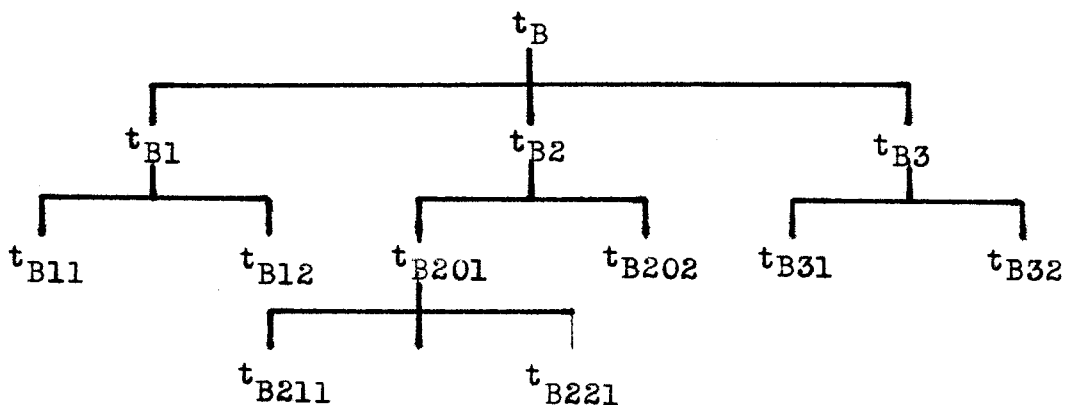
- času jednotkového - obr. č. 3

- času dávkového - obr. č. 4

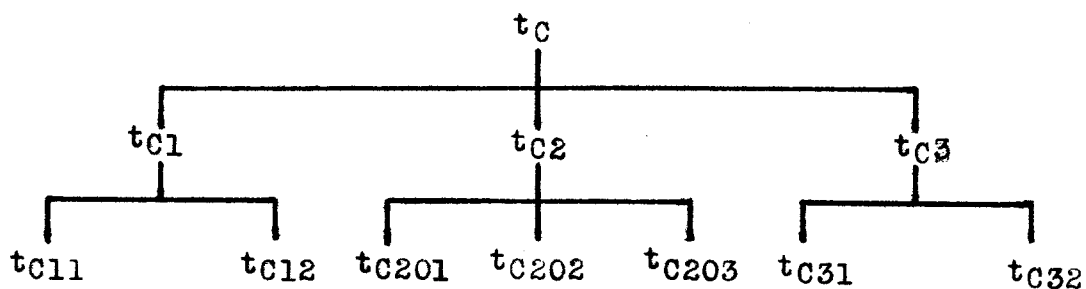
- času směnového - obr. č. 5



Obr. č. 3



Obr. č. 4



Obr. č. 5

### 3.1.4 Měření a určování spotřeby času v operaci /2/

Cílem studia práce a měření spotřeby času v operaci je získání podkladů pro organizaci práce i pracoviště a podkladů normativů a norem času zkoumané operace.

#### a) Chronometráž

Studium práce metodou chronometráže má za úkol prozkoumat jednotlivé části operace, použít jejich nezbytnost a účelnost včetně organizace pracoviště a navrhnout takový způsob vykonávání práce, aby spotřeba času i námaha byla co nejmenší.

#### b) Obkročná chronometráž

Pro výpočet velmi krátkých úkonů, jejichž trvání by nebylo možno změřit stopkami přesně, se používá seskupení úseků pomocí cyklické záměny a měření času takto vzniklých skupin.

#### c) Časové normativy

Normativy času udávají nejčastěji přímou spotřebu času na přesně vymezenou část operace v závislosti na jednom či více činitelích.

Podle vzniku rozlišujeme normativy základní (úkonové), které byly sestaveny na podkladě mnoha měření a normativy odvozené (sdružené) ze základních. Prvotní normativy se vztahují k buď úkonům nebo k pracovním pohybům. Sdružené normativy vznikly z prvotních a jejich seskupením podle základních pracovních prvků a sečtením jejich příslušných časových hodnot.

Každý normativ platí pro určitou, přesně vymezenou pracovní náplň, která je dána technickými, technologickými a organizačními podmínkami vykonávané práce. Přesnost normativních hodnot je závislá na nejen přesnosti časové hodnoty, ale také na podrobnosti a úplnosti pracovní charakteristiky.