

Vysoká škola: strojní a textilní

Katedra: obrábění a organizace

Fakulta: strojní

Školní rok: 1962/63

DIPLOMNÍ ÚKOL

pro Jaroslava Bernátika

obor stroj. technologie

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

Název tematu: Návrh projektu montážní linky typ. převodovek pro kapacitu cca 9000 ks/1965.

Pokyny pro vypracování:

- 1/ Politicko hospodářské zdůvodnění dipl. zadání z hlediska úkolů strojírenství při zabezpečování soc. výstavby.
- 2/ Proveďte popis součástí převodovky a zhodnoťte současný stav montáže.
- 3/ Navrhněte technologický postup montáže typ. převodovek pro počet 9000 ks.
- 4/ Proveďte příslušné kapacitní propočty a navrhněte organizaci montážní linky včetně mezioperační dopravy a přísunu dílců.
- 5/ Proveďte projektové návrhy úpravy pracovišť a dopravního zařízení t. j. schema toků montáže, výkres sestavený, výkres rozmístění zařízení na montážní ploše a v sestavě nakreslete dopravní zařízení.
- 6/ Proveďte ekonom. zhodnocení navrženého projektu.

V 31/1962 S

Rozsah grafických laboratorních prací:

dle textu a doplňte výkresy součástí.

Rozsah průvodní zprávy:

50 - 60 stran

Seznam odborné literatury:

Dokumentace ze závodů .

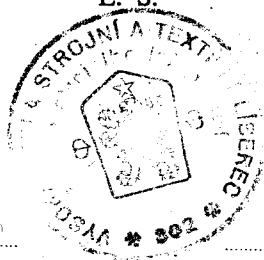
Vedoucí diplomní práce: **Doc.inž.Jaroslav Draský**

Konsultanti: **Inž.Jan Novák**

Datum zahájení diplomní práce: **24.zář 1962**

Datum odevzdání diplomní práce: **5.listopadu 1962**

Autorské právo se řídí směrnicemi MŠK pro státní závěrečné práce č. j. 31 727/62 ze dne 13.července 1962. Věstník MŠK VIII, seš. 24 ze dne 31.8.1962 § 19 autorského zákona č. 115/53 Sb.



[Signature]

Vedoucí katedry

[Signature]

Děkan

v **Liberci**

dne **24.zář 1962**

19 62.

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP-ST 98/62

1

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

D I P L O M O V Á P R Á C E
+-----+

Návrh projektu montážní linky typisovaných
převodovek pro kapacitu cca 9 000 ks/1965.

Jaroslav Bernatík

O B S A H

Obsah.....	2
Úvod.....	3
Politicko hospodářský význam zadání.....	4
Současný stav montáže.....	6
Popis převodovek nové konstrukce.....	9
Seriovost montáže.....	17
Montáž kol na hřídele za tepla.....	18
Možné způsoby ohřevu.....	22
Volba pecí.....	26
Kapacitní propočty pecí.....	31
Montážní stroj.....	34
Orientační výpočet doby ochlazování.....	38
Teoretické porovnání způsobů montáže.....	42
Dopravníky a jejich použití.....	45
Technologický postup montáže.....	47
Takt montážní linky.....	51
Navrhovaný dopravník.....	59
Přísun materiálu k montážní lince.....	62
Technologie montáže na lince.....	63
Uspořádání linky.....	66
Popis a vybavení pracovišť.....	69
Určení velikostí ploch.....	73
Ekonomické zhodnocení.....	75
Závěr.....	85
Seznam příloh.....	86
Seznam literatury.....	87

Ú V O D

Úkolem diplomové práce je "Návrh projektu montážní linky typizovaných převodovek pro kapacitu cca 9 000 ks/1965". Projekt má být do roku 1965 realizován v Pokusném vzorovém provozu na výrobu typizovaných průmyslových převodovek v Československých závodech naftových motorů Praha, n.p., závod 05 Zličín.

Nová technologie montáže, montáž ozubených kol na hřídele za tepla, byla navržena Vývojovým oddělením ČZNM, kde byla vykonstruována nová řada typizovaných průmyslových převodovek. V diplomové práci byla řešena komplexně montáž sestav i konečná montáž. Z montáže sestav je nejobtížnější montáž ozubených kol na hřídele. Zatímco s konečnou montáží převodovek je mnoho zkušeností, montáž kol za tepla na hřídele je novinkou, dosud u nás v seriové výrobě nepoužívanou. Proto byla tato otázka řešena přednostně. To plně odpovídá i směrnicím pro budování pokusných a vzorových provozů, ve kterých se praví: "...soustřeďovat se především na řešení obtížných technických problémů, které řeší revolučním způsobem otázky nové techniky a pro svou náročnost se těžko prosazují v běžných provozech s pevným výrobním plánem."

Za odborné vedení během předdiplomní praxe a za ochotu při poskytování technické dokumentace bych chtěl poděkovat pracovníkům ČZNM Praha, především technologickému projektantu ČZNM s. Františku Adamovi a s. ing. Hereinovi. Z VŠST bych chtěl poděkovat s. doc. ing. J. Draskému a s. ing. Krupičkovi za cenné rady a ochotné předávání dlouholetých zkušeností a mému konsultantu s. ing. J. Novákovi.

Jaroslav Bernatík

V Liberci 3. listopadu 1962.

POLETICKO HOSPODÁŘSKÝ VÝZNAM ZADÁNÍ

V usnesení celostátní konference KSČ k 3. pětiletému plánu se stanoví: "K dosažení předstihu v uplatňování nejvyšší techniky započít v 3. pětiletce s budováním pokusných vzorových provozů."

Posláním pokusných vzorových provozů /PVP/ je plánovitě a soustavně napomáhat k dosažení co nejvyšší technické a ekonomické úrovně výroby v hlavních směrech perspektivního rozvoje našeho národního hospodářství. PVP mají sloužit k ověřování nejnovějších výrobních metod, pokrokové organizace a nových pracovních prostředků v plném provozu. Mají se soustředit zejména na principiálně nové a vysoce efektivní technologie, na metody výroby zcela nových nebo podstatně kvalitnějších výrobků, na nejvyšší stupně komplexní mechanizace a automatizace výrobních procesů, na podstatné zlepšení kultury pracovního prostředí s ohledem na bezpečnost a zdraví pracujících. Tyto provozy se pak mají stát ohnisky rozšiřování nejnovějších technických, ekonomických a organizačních poznatků a provozních zkušeností do ostatních závodů a podobnou výrobou.

Návrh projektu montážní linky typisovaných průmyslových převodovek pro PVP Zlíšín řeší především mechanizaci a automatizaci montáže ozubených kol na hřídele za tepla, což nahrazuje několik strojních operací /frézování drážek v hřídelích, obrázení drážek v nábojích ozubených kol a výrobu per/. Vyřešení tohoto problému má široké uplatnění v našem národním hospodářství, neboť se jedná o novou technologii spojení základních strojních součástí /Kolo, hřídel/, které se vyskytuje v mnoha výrobcích strojírenského průmyslu.

Rovněž celkové snížení pracnosti typisovaných

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 5

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

průmyslových převodovek je přínosem pro národní hospodářství, neboť se odrazí ve snížené ceně převodovek, což znamená úsporu investic na zařízení, do nichž budou nové převodovky montovány. Převodovky jsou používány pro těžní a jiné důlní stroje, hutní zařízení, čerpadla, ventilátory, transportní a zdvihadací stroje a strojní zařízení průmyslu chemického, dřevařského, stavebního, potravinářského a j.

SOUČASNÝ STAV MONTÁŽE

1/ Roztříštěnost výroby

V současné době se typisované průmyslové převodovky vyrábějí a montují ve čtyřech závodech:

Transporta Chrudim

Přerovské strojírny

Východoslovenské strojírny Košice

ČZNM Praha

Největším výrobcem jsou Přerovské strojírny, které vyrábějí převodovky čelní, kuželočelní a kuželové v celkovém počtu 5 200 kusů v roce 1962. Sortiment je přibližně stejný jako plánovaná výroba r. 1965 v PVP Zličín.

2/ Současný stav montáže převodovek v Přerovských strojárnách

V přerovských strojárnách byla v polovině roku 1962 provedena modernizace montážního cechu. Dřívější nepohyblivá montáž byla nahrazena montáží pohyblivou na vozících s ručním pohybem. Vozíky mají čtyři gumová kola a dvě kladičky, které vedou vozík po vodící kolejnici uprostřed. Rozměry vozíku jsou: 800x600 mm, výška vozíku 300 mm. Dráha je na jednom konci zaoblena po kružnici, v jejímž středu je otočný jeřáb, a na druhém konci jsou dvě točny, před nimiž je zkušebna. Uvnitř kruhu v dosahu jeřábu je hydraulický lis 300 t, nádrž na ohřev ložisek a zámečnické stoly. Vně kruhu je sklad skříní. Ve volném prostoru před zkušebnou se provádí montáž těžkých skříní a opravy skříní vracených ze zkušebny. Montáž provádí devět dělníků, několik dalších dělníků provádí zaškrabávání ozubení u skříní vracených ze zkušebny.

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP-ST 98/62

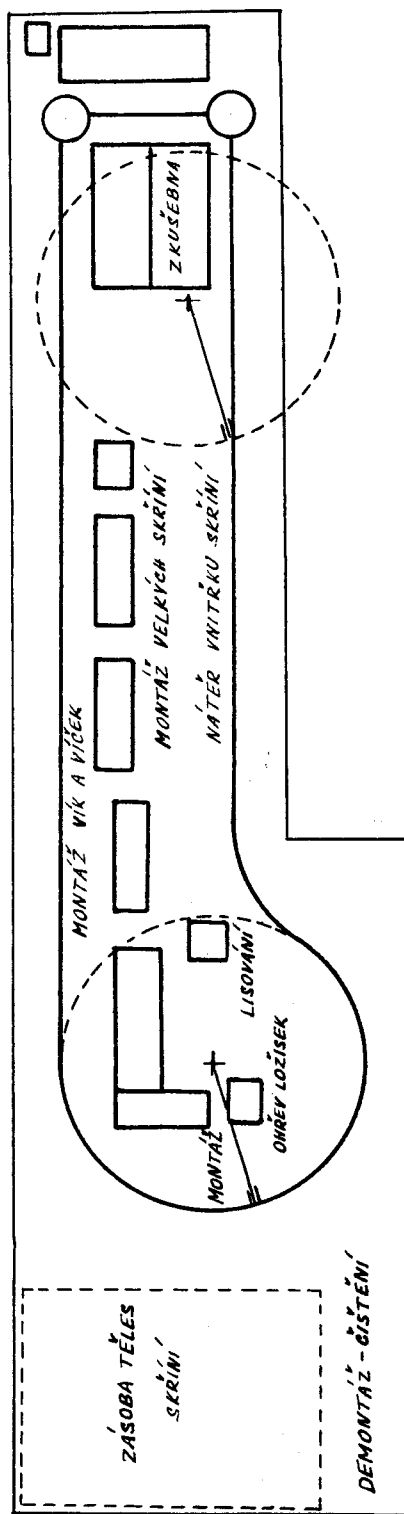
7

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

SOUČASNÝ STAV MONTÁŽE

MÉR: 1:200



3/ Zhodnocení současného stavu montáže

Vozíky s gumovými koly kladou velký odpor proti pohybu, takže i když jsou projektovány pro skříně do celkové váhy 900 kg, prakticky se na nich montují skříně do váhy 500 kg. Výška vozíku 300 mm je velmi nízká, neboť výška těles skříní převodovek do váhy 500 kg je 100 - 300 mm, a celková pracovní výška pak je 400 - 600 mm. Vodicí kolejnice je nad úrovní podlahy a je zde nebezpečí úrazu. Manipulace u lisu je nebezpečná, neboť prostor přímo pod beranem lisu je pro jeřáb nepřístupný. Celá montáž se provádí převážně uvnitř kruhu, kde je pro devět montážních dělníků velmi málo místa.

Je zde nedostatečně uplatněna dělba práce. Montáž se provádí částečně v četě, nejsou přesně vyčleněna pracoviště. K utahování šroubů se používají pneumatické utahovačky, které dělníci přenášejí v rukou ze stolu k lince a po provedené operaci opět odkládají na stůl. Přímou na montážní lince se provádí vnitřní nátěr skříní /tato operace je ušetřena výrobě/, což způsobuje zhoršení pracovního prostředí výpary z ředidel a zvyšuje rozpracovanost na lince tím, že je nutno čekat na vyschnutí nátěru.

Na zkušebně jsou skříně zkoušeny bez zatížení. Sluchem se odhaduje hlučnost a hlučné převodovky se vracejí do montáže k zaškrabávání ozubení. Zaškrabáváním je zaměstnáno několik dalších pracovníků. Množství vrácených převodovek je velké. Je to způsobeno tím, že ozubení není ve výrobě broušeno ani jinak povrchově upraveno.

Kladně lze hodnotit některé realizované zlepšovací návrhy jako injektorový odsavač třísek pro čištění skříní před vnitřním nátěrem a pneumatický nanášec hermepilu. Pneumatický nanášec hermepilu je v podstatě válec naplněný hermepilem, do něhož je přiváděn stlačený vzduch, který hermepil vytlačuje tryskou ven.

POPIS PŘEVODOVEK NOVÉ KONSTRUKCE

Předmětem výroby v PVP Zličín je nově konstruovaná řada typisovaných průmyslových převodovek, převodovky planetové a tramvajové.

Montážní linka je určena pouze pro montáž typisovaných průmyslových převodovek s čelními soukolími, s kuželovými soukolími a převodovek kombinovaných /kuželočelních/.

1/ Použití převodovek

Průmyslové převodovky jsou určeny ke změně otáček hnacího motoru pro různá průmyslová zařízení. Typisované průmyslové převodovky jsou určeny pro výkony motorů od 0,6 do 500 kW. Jsou používány pro těžní a jiné důlní stroje, hutní zařízení, čerpadla, ventilátory, transportní a zdvihadí stroje, pro strojní zařízení průmyslu chemického, dřevařského, stavebního, potravinářského a j.

2/ Technická úroveň převodovek

Technické charakteristiky nově konstruovaných typisovaných průmyslových převodovek odpovídají světové úrovni. Kuželová soukolí jsou zásadně se zakřivenými zuby a to tak, že při seriích nad 50 kusů jsou používána soukolí s obloukovými zuby /Gleason/ a pro menší serie soukolí se zuby paloidními /Klingelnberg/. Čelní kola mají zuby přímé i šikmé. Kuželová i čelní kola jsou tepelně zpracována /nitrocementování, cementování a mezerové kalení/. Z celkového objemu bude 77% kol kaleno. Kuželová kola jsou lapována, čelní toliko ševingována, eventuálně z menší části i broušena.

Typisace, normalizace a unifikace umožňuje opakované používání součástí jednotných pro všechny tři druhy převodovek, jehož důsledkem je zvýšení serií.

Jednotné soustavy universálních typisovaných soukolí kuželových a čelních dovolují kombinovat s minimálním počtem soukolí maximální počet převodových variant.

Výrobní chyby čelních ozubených soukolí jsou eliminovány ustavováním os excentrickými pouzdry. Toto je jeden z nejnovějších směrů světové úrovně ve stavbě převodovek. Excentrická pouzdra jsou zapuštěna v drážce v tělese skříně a zastávají současně funkci víček. Rovněž víčka kuželových soukolí jsou upevněna stejným způsobem a není je třeba přišroubovávat. Vůle v kuželových soukolích a kuželíkových ložiskách se seřizuje distančními plechy.

Hřídele jsou uloženy na kuželíkových ložiskách přímo ve skříních a v excentrických pouzdrech na dvouřadách naklápěcích ložiskách.

Novinkou je rovněž montáž ozubených kol na hřídele za tepla.

3/ Popis součástí převodovky a hlavní rozměry

Pro montáž je důležité znát rozměry a váhy součástí, proto jsou při popisu součástí uvedeny i tyto údaje.

Č e l n í k o l a mají zuby buď přímé nebo šikmé. Jsou uvažována bez bandáží, neboť bandážování se při prvních zkouškách prototypů neosvědčilo. Kola se navzájem liší převodem, velikostí, průměrem díry a váhou. Minimální a maximální hodnoty těchto údajů:

	minimální	maximální
převod	2,0	5,6
průměr hlavové kružnice	136,51 mm	858,74 mm
průměr díry náboje	50 mm	200 mm
váha	4,7 kg	714 kg

K u ž e l o v á k o l a mají zakřivené zuby. Jsou smontována ze dvou částí, z náboje a z talířového kola. Tyto části jsou sešroubovány čtyřmi normálními

a dvěma lícovanými šrouby. Kuželová kola jsou celkově menší než čelní. Největší jmenovitý průměr talířového kola je 500 mm a váha nepřesahuje 100 kg. Minimální průměr díry náboje je 30 mm.

Č e l n í p a s t o r k y mají přímé nebo šikmé zuby. Ozubení je vyrobeno přímo na hřídeli. Na druhou polovinu hřídele se za tepla natahuje čelní nebo kuželové kolo. Maximální průměr hlavové kružnice pastorku je 271,54 mm a váha 154,4 kg.

K u ž e l o v é p a s t o r k y mají zakřivené zuby jako kuželová kola. Maximální váha pastorku je asi 25 kg.

V ý s t u p n í h ř í d e l e jsou buď s výstupem na jedné nebo na obou stranách. Průměry hřídelů jsou odstupňovány v geometrické řadě a je celkem deset různých průměrů, které jsou vyrobeny v toleranci u 6. Hrany na hřídelích jsou sražené.

	minimální	maximální
průměr	30 mm	200 mm
délka	214 mm	1.268 mm
váha	1,26 kg	238 kg

S k ř í n ě jsou dělené v ose. Skříň stojí na rovné přírubě. Víko je ke skříni přišroubováno šrouby s vnitřním šestihranem, závit je vyřezán přímo v tělese skříně. Váha skříně a víka je asi 40% celkové váhy převodovky.

4/ Výběr představitele výroby

Sortiment převodovek je podle plánu na rok 1965 velmi široký: deset typů, 70 velikostí, každá velikost má až 15 převodových poměrů. Převodovka s každým převodovým poměrem může mít 6 provedení:

Určitý směr otáčení: výstupní hřídel na jednu stranu
výstupní hřídel na druhou stranu
výstupní hřídel na obě strany

Opačný směr otáčení: výstupní hřídel na jednu stranu
výstupní hřídel na druhou stranu
výstupní hřídel na obě strany

Rozměry a váhy převodovek:

	minimální	maximální
půdorysné rozměry: délka	230 mm	1 745 mm
šířka	150 mm	750 mm
výška dělicí roviny	100 mm	560 mm
váha převodovky	45 kg	2 530 kg

Z širokého sortimentu byla zvolena za představitele kuželočelní převodovka typ 370, velikost 05 /osová vzdálenost $a = 200$ mm/. Tato převodovka se velikostí, vahou i pracností nejvíce přibližuje průměru. Průměrná váha převodovky je 292,89 kg, váha představitele je 260 kg.

Převodovky jsou jednostupňové, dvoustupňové a třístupňové, při čemž počet jednostupňových a třístupňových je přibližně stejný. Převodovka 370-200 je dvoustupňová, střední velikosti a proto byla zvolena za představitele.

5/ Představitel výroby - kuželočelní převodovka typ 370-200

Převodovka typ 370 je dvoustupňová, s jedním kuželovým a jedním čelním stupněm. Skládá se z pěti základních sestav: těleso skříně, kuželový pastorek, kuželové kolo, čelní kolo a víko.

Těleso skříně je opatřeno olejoznakem a vypouštěcím šroubem.

Kuželový pastorek je uložen na dvou kuželíkových ložiskách v pouzdře. Vůli v ložiskách je možno seříditi dotažením ložiskové matice. Pastorek je na vstupní straně opatřen drážkou pro připojení spojky hnacího motoru. Mezi pouzdro a těleso skříně se vkládají distanční plechy pro seřízení vůle kuželového soukolí. Pouzdro s pastorkem je ke skříně přišroubováno zároveň s víčkem.

VŠST LIBEREC	Návrh projektu montáže převodovek	DP - ST 98/62 13
		3. LISTOPADU 1962
		Jaroslav Bernatík

--	--

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 13

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík



PŘEDSTAVITEL VÝROBY - KUŽELOČELNÍ PŘEVODOVKA TYP 370-200

Sestava kuželového kola se skládá z těchto hlavních částí: talířové kolo, náboj, spojovací šrouby, čelní pastorek, rozpěrný kroužek a dvě kuželíková ložiska. Náboj kuželového kola je natažen na čelní pastorek za tepla. Tato sestava je axiálně zajištěna dvěma víčky, vloženými do drážek v tělese skříně. Vůle v ložiskách se seřizuje distančními plechy, vloženými mezi ložisko a víčko.

Čelní kolo je nataženo za tepla na výstupní hřídel. Hřídel je uložen na dvou dvouřadých naklápěcích ložiskách v excentrických pouzdrech. V jednom pouzdře je uložen pevně, ve druhém s možností axiálního posuvu vlivem dilatace. Excentrická pouzdra jsou uložena v drážkách v tělese skříně a proti pootočení jsou pojištěna kolíky ve víku skříně. Výstupní hřídel je opatřen drážkou pro spojku a je utěsněn gufero-kroužkem.

Víko skříně je s tělesem spojeno šrouby s vnitřním šestihranem, které jsou zašroubovány do závitů v tělese skříně. Na víku skříně je připevněno nahlížecí víčko s odvzdušňovacím otvorem naplněným novodurovými třískami a firemní štítek.

Technická data:

přenášený výkon	46 kW
převodový poměr	6,3 - 31,5
váha	260 kg
osová vzdálenost	200 mm
rozměry: délka	655 mm
šířka	330 mm
výška dělicí roviny	220 mm

6/ Převodovky ostatních typů

Převodovky ostatních typů jsou složeny ze stejných typisovaných součástí i sestav a liší se jen počtem stupňů kuželových /0 - 1/ nebo čelních /0 - 2/, proto nebudou blíže popisovány. Osové vzdálenosti, celkové váhy a plánovaná výroba budou udány v tabulce.

[illegible][illegible]

260	280	315	325	355	400	410	500	515	650	815	Počet kusů
		530			940		1690				1000
		100			85		75				
170			255			420		710	1245	2220	920
260			240			130		75	45	20	
		900			1600		2450				1400
		10			30		20				
		1200			2000						450
		20			20						
	420			760							250
	10			30							
	420			760							150
	10			10							
		840			1660						2600
		50			20						
		840			1660						1150
		115			60						
200			290			465		790	1390	2530	875
280			210			190		120	55	20	
200			290			465		790	1390	2530	145
75			20			20		10	10	10	

Čelní jednostupňová převodovka typ 301

Krouticí moment je přenášen ze vstupního hřídele přes čelní pastorek a čelní kolo na výstupní hřídel. Ustavování os se provádí excentrickými pouzdry na výstupním hřídeli.

Čelní dvoustupňová převodovka typ 302

Krouticí moment je přenášen ze vstupního hřídele přes dva čelní stupně na výstupní hřídel. Ustavování os čelních kol se provádí excentrickými pouzdry na vstupním a výstupním hřídeli.

Čelní dvoustupňová koaxiální převodovka typ 327

Skládá se ze dvou čelních stupňů, při čemž výstupní hřídel je souosý se vstupním hřídelem.

Čelní třístupňová koaxiální převodovka typ 328

Skládá se tří čelních stupňů v uspořádání axiálním, při čemž osa výstupního hřídele je vzdálena od osy vstupního hřídele o osovou vzdálenost jednoho stupně.

Kuželová jednostupňová vodorovná převodovka typ 350

Obsahuje jedno kuželové soukolí, při čemž osa výstupního hřídele je kolmá k ose vstupního hřídele a je vodorovná.

Kuželová jednostupňová svislá převodovka typ 351

Obsahuje jedno kuželové soukolí, při čemž osa výstupního hřídele je kolmá k ose vstupního hřídele a je svislá.

Kuželočelní třístupňová převodovka typ 371

Skládá se z jednoho kuželového a dvou čelních stupňů. Ustavování os excentrickými pouzdry se provádí na hřídeli kuželového kola a na výstupním hřídeli.

Kuželočelní dvoustupňová převodovka typ 370a kuželočelní třístupňová převodovka typ 371

Od typů 370 a 371 se liší pouze provedením excentrických pouzder a výstupního hřídele, který je dutý s vnitřními drážkami.

SERIOVOST MONTÁŽE

Typisací a unifikací součástí převodovky byla zvýšena seriovost jejich výroby a tím bylo umožněno tyto součásti vyrábět novými progresivnějšími metodami. Seriovost montáže se tím nijak nezvýší, neboť ta je dána požadavky spotřebitelů z hlediska množství i sortimentu. V současné době jsou převodovky vyráběny na zakázku, tím se výroba tříští a seriovost snižuje. Seriovost lze zvýšit jedině výrobou na sklad a ovlivněním požadavků spotřebitelů. Ze zásoby ve skladu by se uspokojovaly požadavky spotřebitelů. Větší spotřebitelé by byli předem uvědoměni, v kterém měsíci se budou určité typy vyrábět. Tím by byly usměrňovány požadavky spotřebitelů s hlediska dodací lhůty a byla by snížena doba skladování. Málovyhledávané typy převodovek by bylo výhodnější vyrábět na zakázku s delší dodací lhůtou, neboť tím se odstraní nebezpečí, že některý typ by mohl ležet ve skladu i několik let.

Sortiment převodových skříní je velmi široký: 10 typů, 70 velikostí, každá velikost má až 15 převodových poměrů. Převodovka s každým převodovým poměrem může mít 6 provedení.

Nebudou-li brána v úvahu různá provedení, pak průměrná seriovost montáže bude: K dispozici je pouze základní plán 8 520 kusů za rok, který představuje 419 různých variant. Největší roční serie je 175 kusů.

Průměrná seriovost = $\frac{8520}{419} = 20,4 \approx 20$ kusů za rok.

Měla-li by se výroba po čtvrtletí opakovat, pak průměrná serie by byla $20:4 = 5$ kusů. Toto je serie velmi nízká.

Ve skutečnosti se nebudou vyrábět všechny varianty v každém roce, takže seriovost bude vyšší. Z hlediska montáže by bylo nejvhodnější, aby seriovost byla alespoň taková, aby se po celou směnu montovala stejná převodovka.

MONTÁŽ KOL NA HŘÍDELE ZA TEPLA

1/ Spojení nalisováním

Pevného spojení strojních součástí lze dosáhnout nalisováním. Díru a hřídel je nutno vyrobít s určitým přesahem. Nalisováním vzniká v součástech napětí, jehož radiální složky vyvodí ve styčné ploše tlak, a tím i značnou třecí sílu. Spoj pak může přenášet i velké kroutící momenty nebo axiální síly. Spojení nalisováním se provádí zejména u součástí, u kterých velmi záleží na zcela spolehlivém a přesném souosém spojení. Spojení nalisováním je možno provést:

a/ nalísování za studena,

které se provádí zpravidla u menších součástí

b/ natažením za tepla,

které se provádí u větších součástí, u kterých by bylo potřeba k lisování velké lisovací síly.

2/ Natažení za tepla

Spoje provedené natažením za tepla přenášejí dvakrát až třikrát větší kroutící moment než spoje nalísované za studena. Je to proto, že spoje lisované za studena mají menší přesah, neboť část přesahu se při lisování za studena ztrácí uhlazením povrchu. Únosnost spoje provedeného za tepla lze ještě zvýšit přidáním karborundového prášku do spoje. Natažení za tepla lze provést:

a/ ohřátím vnější součásti na takovou teplotu, aby se díra zvětšila o největší přesah Δd_{max} a ještě o montážní vůli v , potřebnou pro snadné navlečení součásti. Velikost montážní vůle se volí $v = 0,006 - 0,012 / \sqrt{d}$; u malých průměrů d se volí větší vůle.

b/ ochlazením vnitřní součásti pod teplotu vnější součásti tak, aby se vnitřní součást smrštila o největší přesah a montážní vůli. Ochlazování je možno provést tuhou kyselinou uhličitou

na teplotu -75°C , špavkem na -120°C nebo kapalným vzduchem, kapalným kyslíkem a kapalným dusíkem na -180 až -190°C . Působení chladících tekutin na pokožku je zdraví škodlivé. Při použití kapalného vzduchu, kyslíku a dusíku je navíc nebezpečí exploze.

c/ kombinací obou způsobů, případně i s dolisováním.

3/ Volba způsobů natažení za tepla

Jako základní způsob je uvažován ohřev kola, bez chlazení hřídele a bez dolisování. Teplota ohřátí je předepsána Vývojovou konstrukcí převodovek ČZNM a to $t = 205 \pm 5^{\circ}\text{C}$.

Průměry děr se u kol pohybují od 50 mm do 200 mm. U typu 350 se vyskytuje i průměr 30 mm /40 ks ročně/ a 35 mm /40 ks ročně/. Je nutno uvážit, zda ohřev na 205°C dostačuje k volnému navlečení kol na hřídele. Hodnoty jsou zpracovány do tabulky. V tabulce je uvedena tolerance díry $\mu_d[\mu]$ a tolerance hřídele $\mu_h[\mu]$. Nejnepríznivější případ pro montáž za tepla nastane tehdy, je-li průměr hřídele maximální a průměr díry minimální, to znamená, je-li přesah $\Delta d_{\max}$ maximální. Zvětšení průměru při ohřátí na teplotu t , je

$$\Delta d = \alpha / (t - t_0) \cdot d$$

Δdzvětšení průměru ohřátím

α součinitel tepelné roztažnosti

tteplota ohřátí

t_0teplota okolí

dprůměr díry

Pro ohřev ocele je $\alpha = 11 \times 10^{-6} \text{ } 1/^{\circ}\text{C}$

Teplota okolí $t_0 = 20^{\circ}\text{C}$

Rozdíl $\Delta d - \Delta d_{\max} = v_1$ dává montážní vůli v_1 , která vzniká při ohřátí kola na 205°C a při teplotě hřídele 20°C . Dále je v tabulce uvedena montážní vůle v_2 , která se volí $v_2 = 0,006 - 0,012 / \sqrt{d}$ /Kochman: Části strojů/. Výpočty byly provedeny orientačně pouze pro některé průměry hřídelů.

Uložení	μ_d μ	μ_h μ	Δd_{max} μ	Δd μ	v_1 μ	v_2 μ
30H6/t6	+13 0	+52 +44	+52	61	9	34
50H7/u6	+25 0	+86 +70	+86	102	16	43
90H7/u6	+35 0	+146 +124	+146	183	37	57
135H7/u6	+40 0	+195 +170	+195	275	80	70
200H7/u6	+46 0	+265 +236	+265	410	145	85

Z tabulky je patrné, že montážní vůle v_1 je menší než vůle v_2 doporučená literaturou. Pouze pro větší průměry nad průměr 135 mm je tato vůle dostačující. Výpočet byl proveden pro nejméně příznivý případ, takže ve skutečnosti bude situace příznivější. Jelikož vůle v_1 je menší než vůle v_2 , bude pravděpodobně nutno zvýšit rozdíl teplot chlazením hřídelů nebo použít dolisování při montáži za tepla. Nelze bez praktických zkoušek definitivně rozhodnout, zda dolisování nebo chlazení hřídelů bude skutečně potřeba, proto by bylo vhodné provést praktické zkoušky. Výhodou je, že méně příznivá situace je u menších průměrů, takže dolisovací tlak by nemusel být příliš velký.

Dále je pro kontrolu vypočtena minimální teplota ohřátí t_{min} /montážní vůle $v_1 = 0$ / pro průměr 50 mm, při níž je teoreticky možno dosáhnout spojení bez použití dolisování.

$$t_{min} = t_0 + \frac{\Delta d_{max}}{\alpha \cdot d_1} \quad / ^\circ C /$$

$$t_{min} = 20 + \frac{0,086}{11,10 - 0,50} = 20 + 153 = 173^{\circ}\text{C}$$

Teoretická minimální teplota ohřátí je 173°C . Ve skutečnosti je teplota ohřevu 205°C . Minimální teplota je tedy překročena o $32^{\circ}\text{C} / 19\%$, což vyrovnává ochlazení při nasouvání.

Teoreticky tedy není třeba žádný lisovací tlak, ale prakticky bude nutno dolisování použít.

MOŽNÉ ZPŮSOBY OHŘEVU

Výrobky a polotovary je možno ohřívat v pecích pálacích, v pecích elektrických a v elektrických ohřívacích zařízeních.

1/ Pálací pece mohou pracovat s tuhým, prachovým, kapalným i plynným palivem. Používají se převážně pro ohřev na vyšší teploty, ale teplotu ohřevu není možno přesně dodržet. Tyto pece nejsou pro ohřev kol na 205°C vhodné.

2/ Elektrické pece mají proti plamenným řadu výhod: Teplota v elektrické peci se dá přesně udržovat a regulovat ručně i samočinně. Jistota chodu je větší, neboť nezávisí na povětrnosti ani na změně tlaku plynu. Hlavní technologická výhoda je absolutní čistota a přesnost tepelného pochodu. Elektrické pece se ze studena rozežřejí rychleji než pece plamenné. Použití elektrických pecí pro ohřev na nízké teploty je zvláště vhodné, neboť životnost topných těles je při ohřevu na nižší teploty větší. Z elektrických pecí se pro ohřev součástí dají použít jen pece odporové, neboť ostatní druhy se používají pro zpracování tekutého kovu. Druhy elektrických odporových pecí:

- a/ Komorové pece slouží k zpracování kovových předmětů vyhříváním, žíháním, kalením, cementováním, zušlechťováním i popouštění. Tyto pece s kovovými odpory se stavějí obvykle jednodukomorové pro teploty 900 - 1 400°C. k připojení na trojfázovou síť 380/220 V. Malé pece se stavějí též jednofázové.

Komorové pece velkých rozměrů mívají z důvodů manipulačních dno upravené na vozíku /vozíkové pece/.

b/Bubnové pece jdou typickým zařízením na plynulé hromadné tepelné zpracování drobných předmětů. Doba žíhání se řídí teplotou bubnové pece a dopravní rychlostí předmětů v bubnu, která je dána počtem otáček bubnu. V bubnu jsou dva šnekové závity vinuté opačnými směry. Předměty se dostávají do pece vnějším bubnem a ven bubnem vnitřním.

c/Šachtové pece jsou vhodné na choulolistivé tepelné postupy velkých výrobků, které je třeba ohřát rovnoměrně a rychle. Vyrábějí se buď bez oběhu vzduchu nebo s nuceným oběhem vzduchu. Šachtová pec má válcovou vyzdívku, která je držena plechovým pláštěm. Víko se zdvíhá samosvorným mechanismem a odsouvá se stranou na otočné konsoli. Ventilátor pro oběh vzduchu je buď ve víku nebo ve dně pece.

d/Zvonové pece na tepelné zpracování v ochranných atmosférách, nitridování, lesklé žíhání mají plynotěsný základ, na který dosedá těsnící poklop ze žáruvzdorného plechu.

e/Rotační pece jsou určeny pro tepelné zpracování odlitků a výkovků. Otvory vkládací a vyjímací jsou vedle sebe a při otevírání sázečích dveří se otevřou zároveň dveře vysazovací s naklápací plošinou, po které z pece vyklouznou tepelně zpracované součásti.

- f/ Průběžné pece s pásovým dopravníkem, s válečkovým dopravníkem, s řetězovým dopravníkem a pece prostrkávací jsou určeny pro plynulé tepelné zpracování výrobků. Jsou řešeny buď bez oběhu vzduchu nebo s nuceným oběhem vzduchu anebo jako plynotěsné pro připojení ochranných atmosfér. Pro zpracování větších a těžších součástí je nejvhodnější pec s válečkovým dopravníkem.
- g/ Elektrické pece sušící jsou určeny pro vysoušení předmětů a nátěrů pro teploty od 40 do 200 °C, případně i vyšší. Sušící pece bývají skříňové, komorové nebo průběžné.
- h/ Elektrické pece se solnou lázní jsou určeny pro některé druhy speciálního kalení, tepelné zušlechťování hliníku, popouštění a předehřívání ocelových součástí. Vyrábějí se buď s přímým nebo nepřímým elektrickým topením /buď topení průchodem proudu solnou lázní nebo pomocí topných těles/.
- i/ Olejové vany se používají pro kalení, případně popouštění a ostatní druhy tepelného zpracování ocelových předmětů při nízkých teplotách do 300 °C. Topení lázní je kovovými trubkami s topnými trny. Místo oleje je možno použít vody pro teploty do 100 °C.

3/ Elektrická ohřívací zařízení

- a/ Indukční ohřívání proudy vysoké frekvence se používá k ohřívání předmětů při povrchu. Pro prohřátí předmětů do hloubky je nutno použít proudů nízké frekvence. Pro ohřívání ozubených kol se nehodí, neboť kola jsou velká a členitá.
- b/ Dielektrický ohřev se používá pouze pro ohřívání předmětů pravidelného tvaru a stálé tloušťky, které jsou z hmot špatně vodících teplo. Pro ohřev kol se tedy nehodí.
- c/ Ohřívání infračervenými paprsky se používá pro ohřev a sušení nejrozličnějších materiálů, hlavně laků, lepenky, pískových forem ve slévárnách, obilí a jiných nekovových materiálů. Pro ohřev kovových předmětů se nepoužívá.
- d/ Ohřev průchodem proudu. Polotovar se ohřívá tak, že se připojí ke kontaktům a nechá se jím procházet proud. Tato metoda je vhodná pouze pro ohřev dlouhých polotovarů malých průřezů. Pro ohřev kol se nehodí.

VOLBA PECÍ

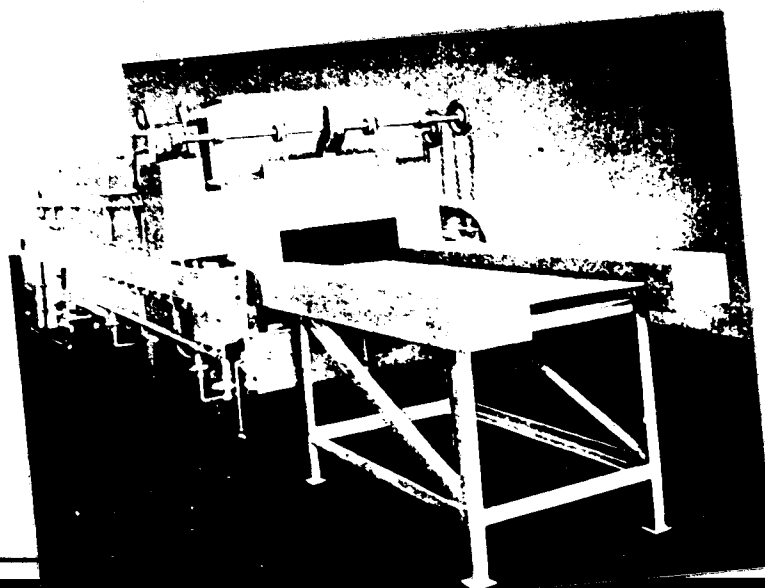
Pro ohřev ozubených kol je možno použít pouze elektrické odporové pece. Pro dodržení teploty $205 \pm 5^\circ\text{C}$ a pro rovnoměrný ohřev bez místního přehřátí je možno použít buď vanové pece s lázní olejovou nebo solnou anebo elektrické pece s nuceným oběhem vzduchu. Výhodou olejových a solných lázní je větší rychlost ohřevu /větší součinitel přestupu tepla α /, ale jejich nevýhodou je nutnost čištění součástí po ohřevu a menší čistota pracoviště.

Tyto nevýhody nemá ohřev v elektrických odporových pecích s nuceným oběhem vzduchu. Při montáži kol na hřídele za tepla nesmí dojít k okysličení styčných ploch kola a hřídele, ale toto nebezpečí při ohřevu na 205°C nepřipadá v úvahu. Z těchto důvodů byl zvolen ohřev v elektrických odporových pecích s nuceným oběhem vzduchu. Jako nejvhodnější pro seriovou výrobu byla zvolena průběžná válečková pec s nuceným oběhem vzduchu PVO 16/100. Cena této pece je poměrně vysoká, proto byla v II. alternativě nahražena šachtovými pecemi s nuceným oběhem vzduchu KPO 38/12. Oba tyto druhy pecí mohou zpracovávat výrobky pouze do průměru asi 600 mm, proto pro větší kola byla zvolena hlubinná pec EHO 79/20, jejíž světlý průměr je 1 000 mm. Tato pec je hluboká 2 000 mm. Tato hloubka je zbytečně velká, ale jiná vhodnější pec se u nás nevyrábí. Výrobce všech těchto pecí jsou Závody elektrotepelných zařízení, ZEZ Praha.

Průběžná válečková pec PVO 16/100

Použití: Pec PVO 16/100 je určena pro popouštění výrobků do průměru 600 mm a pro ohřev do 300°C.

Popis: Pec se skládá ze tří částí. Střední část je možno vyjmout a tím lze získat pec o menším výkonu. Elektrické vytápění pece je rozděleno na pět skupin. Největší příkon je ve vstupní části pece, kde je možno provádět i vysoušení výrobků před ohřevem. Pohyb zboží je mechanizován v peci i na válečkové dráze. Rychlost válečkové dráhy je regulovatelná v poměru 1:6. Válečky mají průměr 22 mm, rozteč 38 mm, pohon válečků je řetězy po obou stranách pece, válečky jsou chlazeny vodou. Otevírání a zavírání dveří je automatické nebo podle požadavků technologie. Teplota v peci je automaticky regulována přepínáním hvězda-trojúhelník. Ve stropu pece jsou zabudovány ventilátory. Strop pece je zvedatelný.



VŠST LIBERECNávrh projektu montáže
převodovek**DP - ST 98/62 28****3. LISTOPADU 1962**

Jaroslav Bernatík

Technická data:

Rozměry: světélé: šířka 650 mm /650 mm/
výška 250 mm /250 mm/
délka 11 500 mm / 8 650 mm/
vnější: šířka 1 620 mm / 1 620 mm/
výška 2 533 mm / 2 533 mm/
délka 14 149 mm /11 299 mm/

Váha: stropu 2 500 kg /1 800 kg/
spodku 24 500 kg /18 000 kg/
celkem 27 000 kg /19 800 kg/

Druh použité energie 3x380 V, 50c/s

Množství zpracovávaného
zboží 500 kg/hod /380 kg/hod/

Jmenovitá teplota 300 °C

Topný příkon: 1 skupina 37/12,33 kW
2 skupina 22/7,33 kW
3 skupina 24/8 kW
4 skupina 16/5,33 kW
5 skupina 21/7 kW
celkem 120/40 kW /90/30 kW/

Příkon pohonu 26 kW /20 kW/

Spotřeba chladicí vody 1 m³/hod /0,8 m³/hod/

Rychlost válečk.dráhy od 0,82 mm/sec
do 4,92 mm/sec

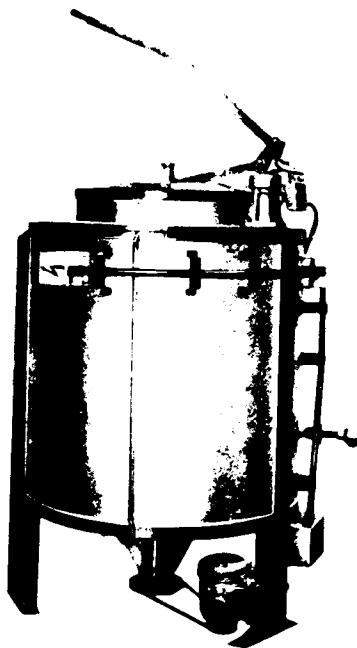
Průchozí doba pecí od 42min /od 30 min
do 252 min do 200 min/

Poznámka: Vývoj pece není zatím úplně dokončen,
technická data pro pec bez střední části
jsou odhadnuta a uvedena v závorce.

Šachtové pece KPO 38/12 a EHO 79/20

Použití: Pro popouštění, předehřívání ocelových součástí, tepelné zpracování kovů.

Popis: Vnější plášť pece je svařen ze silného ocelového plechu, vyzdívka je provedena ze žáruvzdorných tvárnic a jakostní tepelné izolace. Uvnitř topného prostoru je umístěn válcový plášť ze speciální žáruvzdorné oceli k vedení proudícího vzduchu. Ventilátor je umístěn ve dně pece. Víko se zvedá samosvorným mechanismem a odsouvá se stranou na otočné konsoly. Při otevření víka během provozu se automaticky vypíná topení pece a zapíná se opět při přikrytí víka.



VŠST LIBERECNávrh projektu montáže
převodovek**DP- ST 98/62 30****3. LISTOPADU 1962**

Jaroslav Bernatík

Technická data:

KPO 38/12

EHO 79/20

Světlé rozměry: průměr

700 mm

1 000 mm

hloubka 1 200 mm

2 000 mm

Jmenovitá teplota

650 °C

650 °C

Příkon

36 kW

65 kW

Druh použité energie

3x380 V, 50 C/s

Váha pece

1 800 kg

4 600 kg

KAPACITNÍ PROPOČTY PECÍ

1/ Průběžná válečková pec PVO 16/100

Tuto pec je možno použít pro všechna kola, jak čelní tak i kuželová, která mají průměr hlavové kružnice menší než 600mm. Nejblíže nižší průměr hlavové kružnice čelního kola je 540, 95 mm. Váha kola je 182 kg.

V peci je možno ohřívat kola pro tyto typy a velikosti převodovek:

301 - 315

302 - 515

327 - 315

328 - 315

350 - celý

351 - celý

370 - 315

371 - 515

570 - 315

571 - 515

a pro všechny velikosti menší, jakož i pro některá menší soukolí větších převodovek. V této peci není možno ohřívat pouze asi 560 ks kol ročně, což představuje asi 3% všech kol. Pro 97% kol lze tuto pec použít.

a/ Předběžný výpočet taktu montážní linky
představitele - převodovky 370 - 200

Takt:

$$t = \frac{60 \cdot F \cdot s}{M} \quad / \text{min} /$$

t.....takt /min/

F.....jmenový roční fond času /hod/

s.....počet směn

M.....roční výroba /ks/

Uvažujeme-li $F \pm 2$ 360 hod/rok a počet směn
 $s = 1$, pak pro 9 000 ks/rok je takt

$$t = \frac{60 \cdot 2 \cdot 360 \cdot 1}{9 \cdot 000} \pm 15,7 \text{ min}$$

Takt montážní linky je přibližně 15,7 min.

b/ Potřebný výkon pece

Z předběžného výpočtu taktu plyne, že za
hodinu se smontují asi 4 kusy představitele 370 - 200
Převodovka typ 370 - 200 obsahuje:

1 ks čelní kolo.....váha 55 kg

1 ks kuželové kolo...váha 10 kg

celkem váha 65 kg

Zpracovávané množství za hodinu je $4 \times 65 = 260 \text{ kg/hod}$

Nejnepříznivější případ nastává u typu 371 - 515

1 ks čelní kolo.....váha 175 kg

1 ks čelní kolo.....váha 60 kg

1 ks kuželové kolo...váha 10 kg

celkem váha 245 kg

Za hodinu se smontují přibližně 2 kusy.

Zpracovávané množství za hodinu je $2 \times 245 = 490 \text{ kg/hod}$
průměrné zpracovávané množství je asi 350 kg/hod,

tzn. že bude stačit i pec PVO 16/100 bez střední
části. Výkon pece bez střední části je asi 380 kg/hod

Skutečný výkon pece bude ještě vyšší, neboť tento
výkon je udán pro popouštění na 300°C. Při pouhém
ohřevu není nutno udržovat již prohřátou ocel na
teplotě tak dlouho jako při popouštění.

2/ Šachtová pec KPO 38/12

Potřebný výkon pecí je 350kg/hod.

Přesný výkon pece pro ohřev na 200 °C výrobce neudává. Po konzultacích s výrobcem byl odhadnut výkon pece pro ohřev na 200 °C na 90 kg/hod.

$$\text{Počet pecí} = \frac{\text{potřebný výkon}}{\text{výkon pece}} = \frac{350}{90} = 3,9 \approx 4$$

Pro ohřev kol v jedné směně je třeba 4 pece. Pro obsluhu pecí v II. alternativě je volen dvou-směnný provoz, tedy 2 pece pro dvě směny.

Dvě pece jsou pro montáž kol za tepla nutné, neboť v době, kdy se montují kola z jedné pece, v druhé peci se kola ohřívají.

3/ Šachtová pec EHO 79/20.

Tato pec je určena pro montáž velkých kol nad průměr 600 mm. Váha těchto kol se pohybuje od 200 do 714 kg. Počet těchto kol ročně je 560 ks.

Tato pec bude velmi málo vytížena, proto by bylo vhodné montovat tato kola v kalírně, při čemž by tato pec mohla sloužit i k jiným účelům.

MONTÁŽNÍ STROJ

Natahování kol za tepla na hřídele vyžaduje, aby se montáž prováděla co nejdříve po vyjmutí kola z pece, aby kolo zchladlo co nejméně. Tento požadavek je ještě znásoben tím, že teplota 205°C plně nezaručuje bezpečné natažení kola na hřídel. I při mírném ochlazení zde vzniká nebezpečí zmetkovitosti. Aby nedošlo k přílišnému ochlazení, byl tento proces zmechanizován. Kolo vychází z průběžné válečkové pece ve vodorovné poloze /lečící na válečkové trati/, proto je nejvýhodnější a nejrychlejší do kola vmontovat hřídel v této poloze. Z toho bylo vycházeno při navrhování montážního stroje. Po vsunutí do kola musí být hřídel tak dlouho opřen o doraz, než se pevně spojí s kolem. Proto byla zvolena montáž na otočném stole. Zatímco jeden výrobek ještě chladne, již se montuje další.

Stroj je řešen jako univerzální a pro současnou montáž tří různých kol a hřídelů. /Převodovky obsahují nejvýše tři kola/. Montáží všech kol jedné převodovky současně se ušetří odkládací místo pro chlazení kol a zvýší se plynulost montáže. Při montáži kola s hřídelem po dávkách postupně by bylo nutno čekat než vychladnou všechna tři kola a pak teprve by bylo možno začít tato kola montovat do těles skříní, t.zn. třikrát větší odkládací plochy.

Použití: Montážní stroj je možno použít pro montáž hřídelů i čelních pastorků do všech kol, která je možno ohřívat v peci PVO 16/100.

Mezní rozměry součástí montovaných na montážním stroji:

	minimální	maximální
průměr kola	136,51 mm	540,95 mm
šířka kola	21 mm	157,50 mm
váha kola	4,7 kg	182 kg

průměr hřídele	30 mm	135 mm
/průměr dutého hřídele		180 mm/
průměr výstupního		
konce hřídele	22 mm	100 mm
délka hřídele		907 mm
délka hřídele nad úrovní stolu		665 mm
pod úrovní stolu		250 mm

V těchto mezních rozměrech jsou zahrnuty i
čelní pastorky a kuželová kola.

Popis stroje a funkce

Nosnou konstrukci stroje tvoří tři sloupy a svařovaný rám. Hlavní sloup 3 nese otočný stůl 2, který je poháněn elektromotorem přes spojku, šnekový převod a čelní převod. Otočný stůl při otáčení pojíždí na vnějším obvodu po kladičkách, neboť k lisování není třeba velké síly. Otočný stůl má šest poloh, po každé operaci se pootočí o $1/6$ obvodu $/60^\circ/$. Při pootočení stůl narazí na doraz, šnek se vyšroubuje po šnekovém kole proti síle pružiny a vypne spojku, která je mezi šnekem a elektromotorem. Při dalším pootáčení stolu se uvolní doraz, šnek se vrátí do původní polohy a sepne spojku. Tímto systémem je s dostatečnou přesností indexována poloha stolu. Od šestipolohového stolu je ozubeným převodem 1:2 s mezikolem 28 poháněn dvanástipolohový otočný buben 4, ve kterém jsou připraveny hřídele ke vsunutí do kola. Buben je plněn ze zásobníku 5, 6, 7 zvedacími válci 10, 11, 12, při čemž zpětnému vypadnutí hřídele z bubnu brání západky 26. Zvedací válce jsou ovládány přestavitelnými nárazkami na otočném bubnu. Zásobníky jsou naplněny hřídely ve svislé poloze, které jsou dotlačovány pneumatickými válci do zvedací polohy. V bubnu je upevněno dvanáct výměnných pouzder, jejichž vnitřní průměr je jen o málo větší než průměr odpovídajícího hřídele a která

slouží k ustavení polohy hřídele tak, aby mohl být uchopen hroty do důlčků. Pouzdra i buben musí být v radiálním směru vzhledem k bubnu otevřena až do výše 670 mm nad úrovní stolu, aby nebránila pootočení stolu po smontování kola a hřídele. Pouzdra mají ve spodní části kuželový náběh pro snadné navedení hřídele do pouzdra při zvednutí. Základnu bubnu tvoří pevná deska 25, po níž jsou hřídele při otáčení bubnu přesouvány.

Část válečkové trati od východu z pece až k otočnému stolu má vyšší rychlost než v peci, čehož lze dosáhnout převodem do rychla, a to proto, aby kolo před montáží co nejméně zchladlo. Kolo rychle projede válečkovou trať, při čemž nadzvedne tlačnou desku 27 /je uložena otočně/, která po vrácení se do svislé polohy pružinou nebo vlastní vahou dá impuls přesouvacímu válci 13, který přesune kolo z válečkové tratě na otočný stůl, kde se kolo hrubě vystředí prismaticem 21, na čež válec 13 se vrátí do původní polohy. Prisma 21 je seřiditelné pro různé průměry kol a seřizeno tak, aby se osa kola zaručeně dostala až za osu lisovacího válce 8 a tlumiče 9. Je to proto, aby prisma nebránilo přesnému vystředění, které provádí středící kužel 18 s malou kuželovitosí, jenž je pneumatickým válcem vytlačován do díry kola. Středění je provedeno na díru proto, že díra je mnohem přesnější než hlavová kružnice ozubeného kola. Po vystředění se kužel vysune z díry kola a otáčecí rameno kužele 19, na němž je kužel připevněn, se pootočí natáčecím válcem 20 do druhé krajní polohy tak, aby středící kužel nebránil otáčení stolu se smontovaným kolem a hřídelem. V montážním místě hřídel, který je připraven v montáži, stojí na vidlici ovládané válcem vidlice 17. Po vystředění je hřídel zachycen hrotem tlumiče 9, vidlice je válcem vidlice 17 odsunuta ke středu bubnu a hřídel je tlačěn lisovacím válcem do díry kola, do níž je

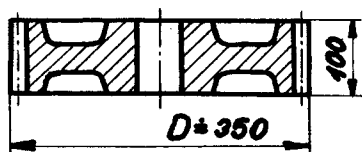
přesně naveden hrotem tlumiče. Hřídel i kolo mají navíc sražený hrany. Hřídel je dotlačen až po doraz 22, který brání vypaďnutí hřídele z kola i po pootočení stolu až do té doby, než se kolo pevně spojí s hřídelem. Lisovací válec i tlumič se vrátí do původní polohy a tím je dán impuls k pootočení stolu. Nad stolem jsou ventilátory, které zrychlují chlazení kola a hřídele a zaručují bezpečné spojení kola s hřídelem před sejmutím se stolu, které se provádí na vykládacím místě 29. Pro usnadnění vyjímání není v otočném stole jen kruhová díra, ale drážka. Šířka drážky je větší než průměr největšího hřídele. Vzhledem k tomu, že maximální průměr hřídele je větší než minimální průměr kola, je nutno upravit drážku tak, aby ji bylo možno zmenšit vložkou pro montáž malých kol.

Šestipolohový stůl i dvanáctipolohový buben mají tu vlastnost, že je možno stroj seřídít pro současnou montáž jednoho, dvou nebo tří různých kol současně. Na stole se provádí seřízení prismatických dorazů, v bubnu se vymění pouzdra a seřídí se narážky pro ovládání zvedacích válců. Při nakládání kol na válečkovou trať před pecí je nutno ukládat kola v určitém pořadí.

ORIENTAČNÍ VÝPOČET DOBY OCHLAZOVÁNÍ

Orientační výpočet doby ochlazování kola a hřídele po montáži za tepla je nutno provést proto, aby bylo možno rozhodnout, zda se kola a hřídele na otočném stole dostatečně pevně spojí, a pro stanovení velikosti odkládací plochy pro chladnutí kol před montáží do těles skříní.

Pro jednoduchost je uvažováno stacionární sdílení tepla. Výpočet je proveden pro čelní kolo představitele 370-200.



Plocha kola $F \approx 0,4 \text{ m}^2$

Váha kola $G = 55 \text{ kg}$

Kolo je po dobu asi 30 minut na otočném stole ofukováno ventilátory. Dále chladne ve stojanu přirozeným prouděním vzduchu. Zanedbáme vliv sálání, které je při nízkých teplotách malé, a vliv ochlazení od otočného stolu. Z počátku probíhá ochlazování velmi rychle, takže za několik minut se kolo spojí s hřídelem. Vypočteme dobu ochlazování samotného kola, bez uvažování hřídele.

Stanovení součinitele přestupu tepla α

Reynoldsovo číslo

$$Re = \frac{w \cdot \gamma \cdot D}{\mu \cdot g}$$

w - rychlost proudění vzduchu /m/sec/

γ - měrná váha vzduchu /kg/m³/

D - průměr kola /m/

μ - viskozita /kg sec/m /

g - gravitační zrychlení /m/sec²/

Hodnoty: $w = 5 \text{ m/sec}$ /zvoleno/

/Určovací teplota pro hodnoty vzduchu je
přibližně 180°C /

$$\gamma = 0,78 \text{ kg/m}^3$$

$$\mu = 2,56 \cdot 10^{-6} \text{ kg sec/m}$$

$$g = 9,81 \text{ m/sec}$$

$$\text{Pr} = 0,69 \text{ /Prandtlovo číslo/}$$

$$\lambda = 0,027 \text{ kcal/mh}^\circ\text{C} \text{ /tepelná vodivost/}$$

$$\text{Re} = \frac{5 \cdot 0,78 \cdot 0,35}{2,56 \cdot 10^{-6} \cdot 9,81} = 5,45 \cdot 10^4$$

Nusseltovo číslo určíme pro turbulentní proudění,
neboť se jedná o těleso nepravidelného tvaru ze vzta-
hu: /Sýkora: Základy sdílení tepla/

$$\text{Nu} = 0,057 \text{Re}^{0,78} \cdot \text{Pr}^{0,78}$$

$$\text{Nu} = 0,057 \cdot 5,45 \cdot 10^4 /^{0,78} \cdot 0,69^{0,78}$$

$$\text{Nu} = 277$$

$$\alpha = \frac{\text{Nu} \cdot \lambda}{D} = \frac{277 \cdot 0,027}{0,35} = 22,7 \text{ kcal/m h}^\circ\text{C}$$

Součinitel přestupu tepla $\alpha = 22,7 \text{ kcal/m h}^\circ\text{C}$

Teplota kola při opouštění stolu

Množství tepla odvedeného, za hodinu je

$$Q_r = \alpha \cdot F \cdot \Delta t$$

Jelikož uvažujeme stacionární proudění, musíme počítat
se středním rozdílem teplot Δt :

$$\Delta t = \left(t_1 - t_0 / + / t_2 - t_0 / \right) \cdot \frac{1}{2} --$$

t_1 - teplota kola na začátku ochlazování

t_2 - teplota kola na konci ochlazování

t_0 - teplota okolí

$$\Delta t = \frac{(205-20) + (160-20)}{2} = 160^{\circ}\text{C}$$

Množství tepla odvedeného za hodinu je

$$Q_{\tau} = 22,7 \cdot 0,4 \cdot 160 = 1\,460 \text{ kcal/hod}$$

Za 30 minut se odvede

$$Q = \frac{Q_{\tau}}{2} = \frac{1\,460}{2} = 730 \text{ kcal}$$

Rozdíl teplot, o který se kolo ochladí za 30 minut je

$$\Delta t_v = \frac{Q}{G \cdot c}$$

$c = 0,12 \text{ kcal/kg}^{\circ}\text{C}$ /střední měrné teplo železa
od 100°C do 200°C /

$$\Delta t_v = \frac{730}{55 \cdot 0,12} \doteq 125^{\circ}\text{C}$$

Výsledná teplota

$$t_v = t_1 - \Delta t_v = 205 - 125 = 80^{\circ}\text{C}$$

Teplota kola při opouštění stolu je 80°C .

Doba ochlazování na zemi

Na zemi /ve stojanech/ probíhá ochlazování přirozeným prouděním vzduchu. Pro zjednodušení výpočtu je stanoveno z empirického vzorce /List:Elektrické teplo/ pro přirozené proudění vzduchu do teploty 85°C :

$$\alpha = 3,45 \cdot \Delta t^{0,73}$$

$$\Delta t = t_2 - t_0 = 80 - 20 = 60^{\circ}\text{C}$$

$$\alpha = 3,45 \cdot 60^{0,73} \doteq 6 \text{ kcal/m h}^{\circ}\text{C}$$

Množství tepla odvedeného za hodinu je

$$Q_z = \alpha \cdot F \cdot \Delta t = 6 \cdot 0,4 \cdot 60 = 145 \text{ kcal/hod}$$

Při ochlazení na 20 °C je třeba odvést množství tepla

$$Q = G \cdot c \cdot \Delta t = 55 \cdot 0,12 \cdot 60 = 395 \text{ kcal}$$

Doba chlazení

$$\tau = \frac{Q}{Q_z} = \frac{395}{145} \approx 2,7 \text{ hod}$$

Vzhledem k tomu, že ochlazení se urychlí sáláním, odvedením tepla otočným stolem a odvedením tepla hřídelem /o část plochy hřídele se zvětší styčná plocha kola s ovzduším/, lze předpokládat, že doba ochlazení kola bude kratší než 2 hodiny.

TEORETICKÉ POROVNÁNÍ ZPŮSOBŮ MONTÁŽE

V montovně se konají dokončující pochody výroby strojů: montáž součástí, sestav a celého stroje.

Technologický pochod montáže a organizační forma prací při montáži závisí na stupni vyměnitelnosti součástí dodávaných do montovny, který je určen technologií a způsobem obrábění součástí v obrobě. Montují-li se součásti bez jakéhokoliv třídění nebo výběru, nazývá se taková montáž montáží s úplnou vyměnitelností součástí. Tohoto způsobu se používá ve velkoseriové a hromadné výrobě, neboť ji lze organizovat jako montáž proudovou. Montáže s neúplnou vyměnitelností součástí, při níž se vhodného uložení dosáhne výběrem součástí podle rozměrů, se používá v kusové a seriové výrobě. Provádí-li se výběr součástí na rozměrové skupiny předem, jedná se o montáž výběrovou. Je-li výroba nedokonalá, je nutno součásti slícovat /kusová a maloseriiová výroba/.

Podle forem organizace práce se montáž dělí na dva druhy:

1/ Nepohyblivou montáž, kterou vykonává skupina dělníků /četa/ na jednom místě /pracovišti/, k němuž se přisunou všechny součásti a montážní sestavy.

2/ Pohyblivou montáž, která se koná za pohybu výrobku od jednoho stanoviště k druhému, při čemž na každém pracovišti se vykonávají jen určité operace.

Je-li technologický postup rozčleněn na jednotlivé operace, nazývá se taková montáž proudovou.

Proudová montáž může být pohyblivá /pohybuje se výrobek/ nebo nepohyblivá /pohybují se lidé kolem řady stojících výrobků/.

Z hlediska časového průběhu lze proudovou montáž rozdělit takto:

1/ Proudová montáž s volným rytmem je výroba, při níž přesun výrobků z pracoviště na pracoviště neurčuje rytmus práce, ale provádí se ve vhodných, nikoli však pravidelných intervalech. Dopravním zařízením se výrobek pouze přepravuje z jednoho pracoviště k druhému.

2/ Proudová montáž s vázaným rytmem je takový způsob výroby nebo rozmístění pracovišť, při němž se výrobek pohybuje nepřetržitě /plynule/ nebo přetržitě v předem stanovených časových intervalech.

Uspořádání proudové montáže

1. Tvar linky

1. Přímé linky

Linka v přímém směru je zásadně nejlepším uspořádáním proudu materiálu. Takový proud je jednoduchý a umožňuje systematicky seskupit zařízení na pracovní ploše. Mimo to se většina dopravníků snáze instaluje v přímém směru a nevznikají obtíže při přepravě z jedné linky nebo z jednoho dopravníku na druhý. Jiný tvar linky je přístupný pouze při různých specifických omezeních. Je-li na jednu linku příliš velký objem práce, použije se linky zdvojené. Zvolí-li se pro stejný výkon dvě linky, může být jejich délka poloviční a operace se mohou rozdělit podrobněji. Zdvojené linky umožňují též větší pružnost při změně konstrukce i při výrobě speciálních objednávek. Příliš mnoho operací v jedné lince často způsobuje ne hospodárnost ve využití výrobní plochy.

2. Linky ve tvaru U

Uspořádání linek do tvaru U, které samo vede k jistému nahromadění, umožňuje snazší kontrolu a ří-

zení než dlouhé přímé linky. Linky ve tvaru U jsou vhodné zejména pro montáž malých předmětů, při níž linka začíná a končí v jednom výrobním prostoru. V tomto případě se zmenší potřeba dopravy a součástí se dopravují pouze na začátek dílny. Tam, kde materiál musí přicházet a odcházet z výrobního procesu stejnými dveřmi nebo výtahem, je linka ve tvaru U, která naplňuje výrobní prostor, ideální. Různé druhy linek ve tvaru U lze provést podle daných možností tam, kde se má ušetřit výrobní plocha. Nevýhodou montážních linek ve tvaru U je poměrně malý pracovní prostor pro dělníka, který je často obklopen zařízením nebo materiálem na dopravnících.

Linek ve tvaru U nelze použít u takových montážních skupin, kde se součásti nasazují na linku na různých místech. Naproti tomu tam, kde jsou zásobní prostory součástí umístěny ve středu linky tvaru U, je tento typ velmi výhodný.

3. Kruhové linky

Stejně jako "U" linky i kruhové linky často umožňují skladovat součásti a provádět operace zevnitř. Tento typ linky je obvykle spojen s nekonečným dopravníkem, jehož největší výhodou je, že vrací přípravky nebo vozíky na začátek linky. To je u jiných linek hlavním problémem. Kruhových linek se též používá, jsou-li připoje energie nutné pro každý montovaný výrobek a pro několik pracovišť. Používá-li se na montážní lince páry pro vulkanizaci nebo elektrického proudu pro zkoušení či ohřívání, lze je mnohem vhodněji zapojovat ze středu kruhového dopravníku.

DOPRAVNÍKY A JEJICH POUŽITÍ

V současné době se u nás vyrábějí a vyvíjejí tyto dopravníky:

1. Podvěsný dopravník se svařovaným řetězem o rozteči 66 mm. Nosnost jezdce 63 kg. Vyrábí Transporta, n.p.
2. Dopravník dvoudrahový, odvozený z dopravníku podle bodu 1 s plochou drahou vozíků. Vyrábí Transporta, n.p.
3. Podvěsný dopravník s kovaným řetězem o rozteči 80 mm. Nosnost jezdce 100 kg. Vyrábí Kovotechna, n.p.
4. Dopravník dvoutahový, odvozený z dopravníku podle bodu 3, s plochou drahou vozíků. Vyrábí Kovotechna, n.p.
5. Podvěsný dopravník s kovaným řetězem o rozteči 80 mm. Nosnost jezdce do 300 kg. Vyrábí Transporta n.p.
6. Dvoudrahový dopravník, odvozený z dopravníku podle bodu 5. Pojezdová dráha dvouprofilová s nosností vozíku 300 kg. Vyrábí Transporta, n.p.
7. Podvěsný dopravník s kovaným řetězem o rozteči článků 100 mm. Nosnost jezdce 200 kg. Vyrábí Kovotechna n.p.
8. Podvěsný dopravník s kovaným řetězem o rozteči 125 mm. Nosnost jezdce 1 200 kg. Dodává Transporta, n.p.
9. Prostorový sponový dopravník o rozteči úplného článku 400 mm. Nosnost závěsu břemene 40 kg. Vyrábí Kovotechna, n.p.
10. Válečkové tratě gravitační s šířkou od 250 mm do 800 mm, zatížení 50 kg, 100 kg, 200 kg a 500 kg na 1 m. Dodává Kovotechna, n.p.

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 46

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

11. Válečkové tratě hnané. Dovolené zatížení
100 kg na 1 m. Dodává Kovotechna, n.p.

Dopravníky článkové, deskové nejsou u nás stan-
dardně vyráběny. Pro montáž převodovek by bylo možno
použít válečkových tratí, ale jejich únosnost je malá.

TECHNOLOGICKÝ POSTUP MONTÁŽE

Při kapacitním výpočtu pece PVO 16/100 byl předběžně stanoven takt. Po předběžném výpočtu taktu byla montáž rozdělena na 8 pracovišť podle technologické příbuznosti operací. Byl vypracován společný technologický postup montáže sestav i konečné montáže. Na každém pracovišti pracuje jeden dělník, pouze na pracovišti VI - montáž převodů - pracují dva dělníci, neboť montáž převodů do tělesa skříně i s ovládáním otočného jeřábu jeden dělník nezvládne.

Při stanovení normy času bylo použito chronometrážního záznamu montáže kuželočelní převodovky TS 03 0406-190, který byl vyhotoven normovači Přerovských strojíren. Převodovka TS 03 0406-190 je nejbližší vahou i velikostí převodovce 370-200. Normy času operací, které jsou shodné s montáží TS 03 0406-190, byly buď ponechány stejné nebo mírně zpevněny s ohledem na lepší organizaci pracoviště. Normy úkonů které jsou nové, byly odhadnuty.

Přisunout na montáž			číslo pracoviště	číslo operace
Označení	Název součásti	kusů		
51;52 101 8 103 9 48 49 3 23 45 57 56 58	kuželíková ložiska pastorek pouzdro rozpěrný kroužek odstříkovací kroužek matice podložka nahlížecí víčko sítka drátěný kroužek gufero gufero novodurové třísky	2 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1 1	I. Montáž kuželových pastorků	1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17
107 14 102 31 15 38 39	šelní kolo náboj talířové kolo šroub lícovaný šroub matice podložka	1 1 1 4 2 5 5		1 2 3 4 5 6 7
17 20 50 53 46 47 43 21	excentrické pouzdro excentrické pouzdro dvouřadé naklápěcí ložisko kuželíkové ložisko pojistný kroužek pojistný kroužek pero firemní štítek	1 1 1 2 2 1 1 1 1		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11

Obsah operace	Pomůcky	Počet děl. Tarif. tř.	Norma času min.
Ložiska vybalit a vložit do lázně Nasunout pastorek do přípravku Na pastorek 101 natáhnout za tepla rozpěrný kroužek 103 Nasunout odstříkovací kroužek 9 Natáhnout ložisko 52 na kroužek 103 Do pouzdra 8 nasunout studený vnější kroužek ložiska 51 Nasunout pouzdro 8 na pastorek 101 Natáhnout ložisko 51 na pastorek 101 Nasunout podložku 49 Zašroubovat matici 48 Po ochlazení dotáhnout matici 48 Pojistit matici proti povolení Nahlížecí víčko 3 naplnit novodurovými třískami 58 Uzavřít sítkem 23 Pojistit drátěným kroužkem 45 Nalisovat gufero 57 do víčka 4 Nalisovat gufero 56 do excentrického pouzdra 17	přípravek pro montáž pastorku	1; VI	1,00 0,50 1,00 0,10 0,60 0,30 0,40 0,60 0,10 0,30 0,30 0,30 1,00 0,30 0,20 1,00 1,00 celkem 9,00
Naložit čelní kolo 107 na válečkovou trať Naložit kuželové kolo na válečkovou trať Na náboj 14 nasunout talířové kolo 102 Spojit čtyřmi šrouby 31 Vystružit dvě díry pro lícované šrouby 15 Zašroubovat dva lícované šrouby 15 Pojistit matice 38 proti povolení	pneumatický utahovák	1; V	2,00 2,00 0,40 2,60 3,00 2,00 1,00 celkem 13,00
Čelní kolo s hřídelem zavěsit a přenést otočným jeřábem z otočného stolu do stojanu Kuželové kolo s hřídelem zavěsit a přenést otočným jeřábem z otočného stolu do stojanu Podle potřeby vyměňovat zásobníky hřídelů a dohlížet na chod stroje		1; V	celkem 13,00
Vybalit ložiska, vložit do lázně Na hřídel 16 volně nasunout pojistný kroužek 46 Na hřídel 16 natáhnout dvě ložiska 50 Ložiska pojistit pojistným kroužkem 47 Nasunout na ložiska excentrická pouzdra 17, 20 Pouzdro 20 pojistit pojistným kroužkem 46 Natáhnout ložisko 53 na hřídel 106 Pojistit vnější kroužek ložiska 53 proti vypadnutí svorkou Natáhnout druhé ložisko 53 a pojistit svorkou Zalícovat piro 43 do výstupního hřídele Na firemní štítek vyrazit technická data	svorky	1; V	1,50 0,20 1,30 0,50 2,00 0,50 0,70 0,30 1,00 1,00 3,00 celkem 12,00

Přisunout na montáž			číslo pracovní postup části	číslo operace
Označení	Název součástí	kusů		
1;2 54 37 40 67 41 55 22	Těleso skříně + víko olejovna šroub vypouštěcí šroub středící kolík pojistovací kolík těsnění zátky	1 1 3 1 2 2 1 5	V. Nakládání skříně	1 2 3 4 5 6 7
	sestava řetězového kola sestava kuželového kola sestava kuželového pastorku	1 1 1	VI. Montáž převodů	1 2 3 4 5 6
10 11,12,13 5,6,7 38 39 40 4	víčko distanční plechy distanční plechy matice podložka pero víčko	2 1 1 1 1	VII. Seřizování vůle	1 2 3 4 5 6
3 33 35 36 32 34 42	namáčecí víčko šroub šroub šroub šroub šroub šroubek hernepil	1 8 4 4 2 2 2 4	VIII. Zakrytí	1 2 3 4 5 6

ÁŽE PŘEVODOVKY 370-200

Obsah operace	Pomůcky	Počet děl. Tarif. tř.	Norma času min.
Přísun pracovních vozíků Uložit těleso skříně s víkem na vozík Odšroubovat víko 2 Do víka 2 narazit pojišťovací kolík 41 Přenést víko skříně k pracovišti VIII Do tělesa skříně narazit dva kolíky 57 Zasadit zátku 22 pětkrát	pneumatický utahovák	1; IV	1,00 3,00 2,00 1,00 3,00 1,00 <u>2,00</u> celkem 13,00
Vložit sestavu čelního kola do skříně 1 Vložit sestavu kuželového kola do skříně 1 Stáhnout svorky s kuželíkových ložisek Vložit sestavu kuželového pastorku do skříně 1 Čelní kolo s hřídelem přenést sloupovým jeřábem s otočného stolu do stojanu Kuželové kolo s hřídelem přenést sloupovým jeřábem s otočného stolu do stojanu		2; VI	5,00 6,00 0,50 1,50 3,00 <u>3,00</u> celkem 19,00
Seřízení vůle kuželíkových ložisek pomocí víšek 10 a distančních plechů 11, 12, 13 Seřízení vůle kuželového soukolí vložení distančních plechů 5, 6, 7 Seřízení vůle čelního soukolí Označit číslem a ryskou Nasadit víčko 4 a zalícovat klín 44 Do tělesa skříně 1 zatáhnout olejoznak 54 a vypouštěcí šroub 40 s těsněním 55	kruhová a půlkruhová tyč	1; VI	2,00 2,00 2,00 1,00 1,00 <u>3,00</u> celkem 11,00
Nanést hermepil na dělicí plochu Nasadit víko 2 Sešroubovat spojovacími šrouby 32, 33, 34 Víčko 4 přišroubovat šrouby 35 Přišroubovat bez natažení nahližecí víčko 3 šrouby 36 Připevnit firemní štítek 21	pneumatický nanášeč hermepilu pneumatický utahovák	1; V	2,00 3,00 3,00 2,00 1,00 <u>2,00</u> celkem 13,00
	CELKEM		103,00

Stanovení pracovního představitel 370-200

V technologickém postupu je uveden čas operační, t.j. součet času hlavního a vedlejšího.

$$\text{Čas operační } t_o = t_h + t_v = 103 \text{ minut}$$

Čas kusový je součet času operačního, času obsluhy pracoviště a času oddechu.

$$\text{Čas kusový } t_k = t_o + t_{xo} + t_{xd}$$

t_k - čas kusový

t_{xo} - čas obsluhy pracoviště

t_{xd} - čas oddechu

Čas obsluhy pracoviště a čas oddechu se volí 2% času operačního. /Jegorov: Zákl.projekt.stroj.podniků/

$$t_{xo} = 2\% t_o = 0,02 \cdot 103 = 2,06 \text{ min}$$

$$t_{xd} = 2\% t_o = 0,02 \cdot 103 = 2,06 \text{ min}$$

$$\text{Čas kusový } t_k = 103 + 2,06 + 2,06 = 107,12 \text{ min}$$

Čas kusový kalkulační je součet času kusového a času přípravy a zakončení dávky, připadajícího na jeden kus.

$$t_{kk} = t_k + \frac{t_{pz}}{n}$$

t_{pz} - čas přípravy a zakončení dávky

n - počet kusů v dávce

Čas přípravy a zakončení dávky $t_{pz} = 90 \text{ min} / 9 \text{ dělníků}$
a $10 \text{ min}/$. Denní výroba převodovek 370-200 je asi 30 ks.
Velikost dávky $n = 30 \text{ kusů} / \text{zvoleno}/$.

$$t_{kk} = 107,12 + \frac{90}{30} = 110,12 \approx 110 \text{ min}$$

Čas kusový kalkulační představitel 370-200 je 110 minut.

TAKT MONTÁŽNÍ LINKY

Výpočet taktu linky je základem technologického projektu. Úkolem projektu je zajistit montáž výroby roku 1965, proto základním hlediskem pro určení taktu musí být požadavek plnění plánu výroby.

Technologie montáže převodovek nedovoluje u všech typů a velikostí zvýšit pružně objem výroby snížením taktu a zvýšením počtu dělníků. Převodovky jsou poměrně jednoduché a malé, takže na jednom pracovišti většinou nemohou pracovat dva dělníci. Přitom při montáži čelních převodovek nebudou dostatečně vytížena pracoviště I. Montáž pastorků a pracoviště II. Nakládání kol. To se dá zlepšit tím, že se současně s čelními převodovkami budou montovat velká kola za tepla na hřídele.

Se změnou výroby se budou měnit i relace mezi normami času na jednotlivých pracovištích tím, že se změnou výroby se změní čas na jednom pracovišti podstatně více než na jiném. To je možno zmenšit přesunutím některých drobných úkonů na jiné pracoviště.

Pro široký sortiment výrobků toto vše nebylo možné uvažovat pro každý výrobek zvlášť, ale byl stanoven takt představitele a ostatní takty byly určeny pomocí přepočítávacích koeficientů.

Postup výpočtu taktu

Plán roku 1965 určuje počet výrobků, které je nutno na lince smontovat. Plánovaný počet výrobků pro rok 1965 je 8 940 kusů. Rozmanitost typů a velikostí je velká. Pochopitelně se liší i pracností jednotlivých výrobků. Byl vybrán představitel 370-200, pro nějž byla pracnost určena rozborem. Základem bylo měření času operací při montáži obdobné převodovky TS 03 0406-190 v Přerovských strojírnách a na základě

tohoto měření vypracovaný technologický postup montáže představitele 370-200. Z postupových listů montáže byly získány pracnosti ostatních velikostí typu TS 03 0406 a pracnosti některých dalších typů. Jelikož osová vzdálenosti u staré typisované řady jsou jiné než u nové řady, byla podle nich odhadnuta pracnost 1962 fiktivních výrobků s osovými vzdálenostmi podle nové typisované řady. Ostatní pracnosti byly stanoveny odhadem, při čemž bylo postupováno takto:

Při konstrukci nové typisované řady převodovek byly osová vzdálenosti voleny z vyvolených čísel, která tvoří geometrickou řadu. Proto lze uvažovat, že i pracnost poroste v závislosti na osově vzdálenosti u všech typů podle stejné funkce. Byla známa pracnost všech velikostí typu 406 a podle této funkce byly odhadnuty některé neznámé pracnosti. U typů, pro které nebyla známa pracnost ani jediné velikosti, byla určena podle technologického postupu.

Ze známých pracností roku 1962 byla stanovena plánovaná normovaná pracnost montáže 1965 vynásobením koeficientem snížení pracnosti, což jest poměr pracnosti představitele roku 1965 ku pracnosti roku 1962. Z plánovaného počtu jednotlivých výrobků a jejich pracnosti byla stanovena celková plánovaná normovaná pracnost série 1965, která představuje počet N_{min} potřebných pro montáž celé roční série jednoho výrobku. Dále byl stanoven přepočítací koeficient dle plánované normované pracnosti - poměr pracnosti jednotlivých výrobků ku pracnosti představitele. Ekvivalentní počet představitelů byl stanoven jako poměr celkové plánované normované pracnosti série 1965 ku pracnosti představitele. Celkový ekvivalentní počet představitelů je počet představitelů, který pracností odpovídá montáži všech výrobků za rok 1965.

Všechny tyto hodnoty jsou zpracovány do tabulky a výpočet je rozepsán pouze pro jeden příklad /370-125/.

Dále byl vypočten základní takt montážní linky pro představitele 370-200 a z něho pomocí přepočítacích koeficientů stanoveny takty montáže ostatních výrobků. Byl vypočten i takt těžkých převodovek, které budou ve skutečnosti montovány na zemi. Takty montáže byly rovněž vepsány do tabulky.

Příklad:

1/ Normovaná pracnost montáže roku 1962 byla zjištěna dle postupových listů montáže převodovek v Přerovských strojárnách. Normovaná pracnost montáže převodovky 406-125 je 120 minut. Pracnost představitele 406-190 je 155 minut.

2/ Koeficient snížení pracnosti

$$s = \frac{\text{plánovaná normovaná pracnost 1965}}{\text{normovaná pracnost 1962}}$$

$$370-200 \dots s = \frac{110}{155} \doteq 0,7$$

3/ Plánovaná normovaná pracnost montáže 1965 = koeficient snížení pracnosti x normovaná pracnost montáže 1962

$$370-125 \dots 0,7 \cdot 120 \doteq 85 \text{ Nmin}$$

4/ Celková plánovaná normovaná pracnost serie 1965

= plánovaná normovaná pracnost 1965 x počet vyráběných kusů v roční serii

$$370-125 \dots 85 \cdot 700 = 59\,500 \text{ Nmin}$$

VŠST LIBEREC		Návrh projektu montáže linky.				DP - ST 98 / 62 54		
						3. LISTOPADU 1962		
						Jaroslav Bernatík		
Výpočet taktu montážní linky.								
typ	osová vzdálenost	normovaná pracnost montáže roku 1962	přepočítací koef. dle plán. pracnosti	plánovaná pracnost montáže roku 1965	roční serie 1965	celková plánovaná pracnost serie 1965	ekvivalentní počet představitelů	takt linky
370	100	100	0,64	70	680	47 500	430	9,0
	125	120	0,78	85	700	59 500	540	10,5
	160	140	0,90	100	500	50 000	455	12,5
	200	155	1,00	110	450	49 500	450	14,0
	250	195	1,25	140	200	28 000	255	17,0
	315	240	1,55	170	50	8 500	77	21,5
	400	330	2,10	230	20	4 600	42	29,0
301	100	75	0,50	55	340	18 700	170	7,0
	125	90	0,60	65	110	7 150	66	8,0
	160	110	0,70	75	140	10 500	98	9,5
	200	130	0,80	90	60	5 400	48	11,0
	250	155	1,00	110	90	9 900	90	14,0
	315	190	1,25	140	100	14 000	125	17,0
	400	260	1,70	190	85	16 200	145	23,5
	500	350	2,25	250	75	18 800	168	31,0

typ	osová vzdálenost	normovaná pracnost montáže roku 1962	přepočítací koef. dle norm. pracnosti	plánovaná pracnost montáže roku 1965	roční serie 1965	celková plánovaná pracnost serie 1965	ekvivalentní počet představitelů	takt linky
302	163	110	0,70	75	60	4 500	42	10,0
	205	130	0,85	95	90	8 550	76	12,0
	206	150	1,00	110	260	28 600	260	14,0
	325	170	1,10	120	240	28 800	264	15,0
	410	220	1,45	160	130	20 800	188	20,0
	515	280	1,80	200	75	15 000	135	25,0
	650	370	2,40	265	45	12 000	108	33,2
	815	470	3,05	335	20	6 700	61	42,0
327	100	90	0,60	65	530	34 500	318	8,0
	125	110	0,70	75	370	27 800	269	9,5
	160	130	0,80	90	270	24 300	216	11,0
	200	140	0,90	100	130	13 000	117	12,5
	250	175	1,15	125	40	5 000	46	16,0
	315	220	1,40	150	10	1 550	14	19,0
	400	300	1,95	215	30	6 450	58	27,0
	500	390	2,50	275	20	5 500	50	34,5
328	125	155	1,00	110	160	17 600	160	14,0
	160	185	1,20	130	110	14 300	132	15,5
	200	200	1,300	140	100	14 000	130	18,0
	250	245	1,60	170	40	6 800	64	22,0
	315	310	2,00	220	20	4 400	40	28,0
	400	415	2,70	290	20	5 800	54	37,5
350	100	75	0,50	55	20	1 100	10	7,0
	125	90	0,60	65	20	1 300	12	8,0
	140	100	0,65	70	70	4 900	45	9,0
	180	115	0,75	80	60	4 800	45	10,5
	220	145	0,95	100	40	4 000	38	13,0
	280	170	1,10	120	10	1 200	11	15,0
	355	215	1,40	150	30	4 500	42	19,0

VŠST LIBEREC			Návrh projektu montáže linky..				DP - ST 98 / 62 56	
							3. LISTOPADU 1962	
							Jaroslav Bernatík	
typ	osová vzdálenost	normovaná pracovní montáž roku 1962	přepočítací koef. dle plán. pracovní	plánovaná pracovní montáž roku 1965	roční série 1965	celková plánovaná pracovní série 1965	ekvivalentní počet představitelů	takt linky
351	100	75	0,50	55	20	1 100	10	7,0
	125	90	0,60	65	20	1 300	12	8,0
	140	100	0,65	70	40	2 800	26	9,0
	180	115	0,75	80	30	2 400	22	10,5
	220	145	0,95	100	20	2 000	19	13,0
	280	170	1,10	120	10	1 200	11	15,0
	355	215	1,40	150	10	1 500	14	19,0
370	100	115	0,75	80	230	18 400	172	10,5
	125	135	0,90	95	290	27 500	261	12,5
	160	155	1,00	110	170	18 700	170	14,0
	200	170	1,10	120	170	20 400	187	15,0
	250	210	1,35	150	115	17 300	155	18,5
	315	255	1,65	180	115	20 700	190	23,0
	400	345	2,20	240	60	14 400	132	30,5
371	260	190	1,25	135	280	37 800	350	17,0
	325	210	1,35	150	210	31 500	284	18,5
	410	260	1,70	180	190	34 200	323	23,5
	515	330	2,15	230	120	27 500	258	30,0
	650	440	2,85	310	55	17 000	157	39,5
	815	590	3,80	410	20	8 200	76	53,0
571	260	205	1,35	145	75	10 800	101	18,5
	325	225	1,45	160	20	3 200	29	20,0
	410	275	1,80	195	20	3 900	36	25,0
	515	345	2,25	240	10	2 400	22	31,0
	650	455	2,95	320	10	3 200	29	44,0
	815	605	3,90	420	10	4 200	39	58,0
Celkem						1 020 000 Nmin	9 275	

5/ Přepočítací koeficient dle plánované normované
pracnosti

$$k = \frac{\text{plánovaná normovaná pracnost}}{\text{plánovaná normovaná pracnost představitele}}$$

$$370-125 \dots k = \frac{85}{110} = 0,78$$

6/ Ekvivalentní počet představitelů -

$$= \frac{\text{celková plánovaná normovaná pracnost serie 1965}}{\text{plánovaná normovaná pracnost představitele}}$$

$$370-125 \dots \frac{59 \cdot 500}{110} = 540$$

Celkový ekvivalentní počet představitelů pro celou roční výrobu je 9 275 kusů.

7/ Efektivní roční kapacita linky

Pro rok 1965 je uvažována pracovní doba 46 hodin týdně. Počet pracovních dnů za rok je 308. Je uvažován jednosměrný provoz.

Jmenovitý fond času

$$F = 308 \cdot 8 - 52 \cdot 2 = 2 \, 360 \text{ hod/rok}$$

Skutečný fond času linky

$$F_s = F \cdot k_o \cdot k_p$$

F_s skutečný fond času linky

F jmenovitý fond času

$k_o = 0,96$...koeficient, zahrnující prostoje linky při generálních opravách

$k_p = 0,94$...Koeficient, zahrnující přestávky na obsluhu pracovišť, oddech a přirozené potřeby

$$F_s = 2 \, 360 \cdot 0,96 \cdot 0,94 = 2 \, 140 \text{ hod/rok}$$

Roční efektivní fond času linky je 2 140 hodin/rok

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 58

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

8/ Základní takt =

= takt představitele = $\frac{60 \cdot \text{efekt. roční kapacita linky}}{\text{ekviv. počet představitelů}}$

$$\text{takt} = \frac{60 \cdot 2140}{9275} = 13,8 \text{ min} \doteq 13,5 \text{ min}$$

Základní takt je 13,5 minut.

9/ Takty jednotlivých výrobků

takt = základní takt x přepočítávací koeficient
dle plánované normované pracovní

$$370-125 \dots \text{takt} = 13,8 \cdot 0,78 = 10,9 \text{ min} \doteq 10,5 \text{ min}$$

Vypočtené takty jednotlivých výrobků jsou zaokrouhleny
na poloviny minut směrem ke kratším časům a jsou ve-
psány do tabulky.

NAVRHOVANÝ DOPRAVNÍK

Pro montáž převodovek je nutný přístup k výrobku ze všech stran. Je-li rozdělena konečná montáž převodovek podle technologické příbuznosti operací na čtyři pracoviště, není možno pro poměrně malý objem výroby, aby na každém pracovišti pracovali dva dělníci, každý na jedné straně linky. Proto je nutno, aby dělník mohl kdykoliv přejít na druhou stranu linky. Válečková trať nebo podobná dopravníková zařízení by přecházením z jedné strany linky na druhou, bránila.

Pro montáž převodovek je nejvhodnější použít plošinových vozíků, pojíždějících po kolejích tramvajového typu, zapuštěných v zemi. Šířka montážní haly nedovoluje použít okružní dráhy, proto je zvolena dráha obdélníková se čtyřmi točnami. Montáž se provádí na třech stranách obdélníku, na čtvrté straně se skříně odkládají na odkládací plochu.

Pro malou seriovost montáže není příliš vhodná montáž s vázaným rytmem, neboť výroba se změní dříve než by si dělníci na daný rytmus práce zvykli. Přitom některá soukolí lze usadit do tělesa skříně velmi lehce, ale některá jdou velmi těžce, což je způsobeno výrobními nepřesnostmi. Tím by stála celá linka a rytmus práce, udávaný dopravníkem, by stejně nebyl dodržen. Z těchto důvodů není vhodný nucený pohyb dopravníku. Nucený pohyb dopravníku není vhodno použít také proto, že před točnami by bylo nutno vozíky odepínat, přes točnu tlačit ručně a za točnou opět zapínat. Vzdálenosti mezi točnami nejsou příliš velké, proto by nucený pohyb vozíků mezi točnami nebyl efektivní.

Jsou-li uvažovány vozíky s ručním pohybem, pak na nich není možno montovat všechny převodovky až do váhy 2 530 kg, neboť jejich přemísťování by vyžadovalo

značnou fyzickou námahu. Linka je navržena pouze pro ty převodovky, jejichž kola jsou ohřívána v peci PVO 16/100 a montována na hřídele na montážním stroji. Z těchto převodovek je nejtěžší převodovka 328-315, jejíž celková váha je 1 200 kg. Těchto převodovek je ročně 20 kusů. Váhy menších převodovek jsou nižší než 900 kg, při čemž největší část plánované výroby tvoří převodovky o celkové váze 45 - 300 kg. Montáž těžkých převodovek, kterých je 4,3% z celkového počtu, je uvažována na zemi.

Plošinový vozík

Dovolené zatížení vozíku je 1 200 kg. Plošina vozíku je z dřevěných desek, nosná konstrukce je ocelová. Čtyři kola vozíku jsou uložena na valivých ložiskách.

Stanovení rozměrů vozíků:

Půdorysné rozměry skříní:

	minimální	maximální
délka	230 mm	1 085 mm
šířka	150 mm	630 mm

Půdorysné rozměry vozíku zvoleny 1 000 x 650 mm

Výška vozíku:

výška tělesa skříně: minimální 100 mm
maximální 355 mm

průměrná výška $\frac{355-100}{2} = 227,5$ mm

Nejvhodnější pracovní výška je 600 - 800 mm. Zvolíme-li výšku vozíku 500 mm, pak pracovní výška bude:

minimální 600 mm
maximální 855 mm
průměrná 727,5 mm

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 61

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

Technická data:

rozměry vozíku: délka 1 000 mm

šířka 650 mm

výška 500 mm

dovolené zatížení 1 200 kg

PŘÍSUN MATERIÁLU K MONTÁŽNÍ Lince

Odlitky těles skříní a vík budou skladovány na nádvorním skladu, kde je možnost zavlečkování. Z nádvorního skladu budou dopravovány do přilehlé loďe, kde je prováděno opracování skříní. Kola a tyčový materiál budou skladovány v Ústředním skladu materiálu, který je umístěn na příč všemi loděmi. Kola, hřídele a ostatní součásti projdou výrobou a budou umístěny v meziskladu před montáží. Kupované součásti jako ložiska, šrouby a pod. budou skladovány ve skladu kupovaných součástí za montážní halou.

Montážní linka bude zásobována tělesy skříní a víky přímo z výroby akumulátorovými vozíky po přísunové cestě. Ze skladu kupovaných součástí bude montážní linka zásobována kupovanými součástmi. Kola a hřídele budou přivážena z meziskladu hotových součástí rovněž akumulátorovými vozíky po přísunové cestě.

TECHNOLOGIE MONTÁŽE NA LINCE

Pro montáž převodovek je podle investičního úkolu určena hala o šířce 10 m, v níž je jeden mostový jeřáb o nosnosti 5 tun. Na pravé straně ve směru montáže je 2,5 m široká cesta, za níž je umístěn sklad kupovaných součástí, sklad montážního nářadí, oddělení technické kontroly a sociální místnosti. Vlevo od montážní linky ve směru montáže je mezisklad hotových součástí. Ve stejné hale bude umístěna montáž planetových a tramvajových převodovek, zkušebna, lakovna a expedice.

Montáž převodovek se bude provádět dvěma způsoby podle váhy převodovek:

Převodovky do váhy 1 200 kg, jež mají největší kola o váze 182 kg a průměru 540,95 mm, se budou montovat na lince. Kola budou ohřáta v průběžné válečkové peci PVO 16/100 /I.alternativa/, na čež bude následovat montáž hřídelů do kol, prováděná na montážním stroji. Z otočného stolu montážního stroje bude kolo s hřídelem uloženo do stojanu, kde vychladne a kde se budou na hřídel natahovat ložiska a excentrická pouzdra, a po vychladnutí montováno do tělesa skříně, které je připraveno na vozíku. Po montáži sestav kol do skříně je vozík přesunut k dalším pracovištím, kde následuje seřizování vřele a zakrytí. Po vyložení vozíku se prázdný opět vrátí k nakládání skříní a proces se opakuje.

Převodovky o váze větší než 1 200 kg, jež obsahují i kola těžší než 182 kg, se budou montovat na zemi. Velká kola se budou montovat na hřídele mimo linku v časovém předstihu. Konečná montáž se může provádět buď na stejném místě jako na lince /pracoviště VI/ po zvětšení prostoru odklizením několika stojanů

nebo v prostoru určeném pro zásobu těles skříní a vík, případně i v prostoru určeném pro opravu skříní. Tělesa skříní se uloží do řady, víka do druhé řady a provede se konečná montáž. Těžké převody se budou montovat mostovým jeřábem. Převodovky těžší než 1 200 kg tvoří 4,3% celkového počtu.

II. Alternativa se liší v podstatě jen tím od první, že ohřev kol se provádí v šachtové peci a montáž hřídelů do kol ručně. Konečná montáž je stejná.

Ohřev kuželových kol se provádí ve smontovaném stavu. Talířové kolo a náboj jsou předem sešroubovány a to proto, že manipulace s kolem při vrtání je jednodušší než manipulace s kolem a hřídelem. K svrtávání talířového kola a náboje pro lícované šrouby není nutno použít sloupové vrtačky, ale stačí stolní vrtačka. Nevýhodou tohoto postupu je to, že je nutno ohřívat větší váhu kovů, ale tento vliv je malý, neboť váha talířového kola je nízká. Na výkon peci to nemá podstatný vliv, neboť váha kuželových kol je několikrát menší než váha kol čelních. Nebezpečí porušení spojení nehrozí, neboť roztažnost uhlíkové a nízkolegované ocele je stejná a neboť se jedná o ohřev na nízké teploty. Ozubení se ohřevem rovněž nemůže poškodit, neboť u čelního ozubení se ohřev provádí také.

Montáž ložisek na hřídele a pastorky se provádí za tepla. Ložiska se ohřívají v olejové lázni a to nejvýše na 120°C. Místo oleje lze použít k ohřívání též vody s přísadou 5% vrtacího oleje nebo 0,1% dusitanu sodného.

Z montáže byl vypuštěn nátěr vnitřku skříní, který je výrobní operací. Nátěrem vnitřku skříní přímo na montážní lince se zhoršuje pracovní prostředí výpary z ředidel a zvyšuje se rozpracovanost montáže,

VŠST LIBEREC

Návrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 65

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

neboť je nutno čekat až nátěr vnitřku skříní vyschne. Před nátěrem je nutno provést čištění vnitřku skříní od třísek a prachu a při tom vzniká nebezpečí znečištění vnitřku právě montovaných skříní.

Na montážní lince není rovněž uvažováno plnění skříní olejem. To se bude provádět až těsně před zkoušebnou. Po přezkoušení skříní se olej opět vypouští a proto je vhodné plnění skříní olejem a vypouštění oleje provádět na jednom pracovišti umístěném vedle zkoušky.

USPOŘÁDÁNÍ LINKY

Montáž je podle technologické příbuznosti operací rozdělena na 8 pracovišť. Na čtyřech pracovištích se provádí montáž sestav a na čtyřech konečná montáž.

Na montážní linku jsou kladeny určité požadavky, mimo jiné i plynulost montáže, přímý tok montáží, malá zastavěná plocha a přísun sestav a skupin kolmo k lince konečné montáže. Konečná montáž převodovek je poměrně jednoduchá proti montáži sestav. To je dáno charakterem výrobku. Není možno vyhovět současně všem požadavkům kladeným na montážní linku, proto je nutno zvolit vhodný kompromis. Jelikož montáž kol za tepla na hřídele vyžaduje mnoho místa, není možno vzhledem k šířce haly ji umístit kolmo k lince konečné montáže, proto byla zvolena linka obdélníkového tvaru, při čemž část linky, na které se provádí montáž sestav kol do tělesa skříně, je kolmo k montáži kol za tepla na hřídele. To přináší další výhodu v tom, že pracoviště V /nakládání skříní/ je poměrně blízko pracoviště VIII /zakrytí/. Skříně jsou přiváženy z výroby ve smontovaném stavu a to z těchto důvodů:

Při konečné montáži musí být těleso skříně zakryto odpovídajícím víkem, se kterým byly společně vyvrtávány díry pro uložení hřídelů. Po operaci vyvrtávání následuje nátěr vnitřku skříně. Při skladování tělesa skříně a víka zvláště by se mohlo stát /přestože budou sčíslovány/, že by bylo na montáž přivezeno těleso skříně a jemu odpovídající víko by chybělo. Dalším vážným důvodem je, že při skladování skříní a vík zvláště by se mohla poškodit již opracovaná dělicí plocha /při skladování skříní a vík v několika vrstvách/.

Část vozíkové dráhy, na které se provádí montáž sestav kol do skříně, je výhodné prodloužit až do

skladu pro případné zásobování montáže některými součástmi.

I. alternativa: Ohřev kol se provádí v průběžné válečkové peci PVO 16/100 bez střední části. Na pracovišti II /nakládání kol/ se provádí i montáž kuželových kol. Při výstupu z pece je umístěn montážní stroj pro montáž hřídelů do ohřátých kol. Mezi montážním strojem a linkou pro konečnou montáž jsou umístěny stojany, ve kterých kola chladnou a ve kterých se montují ložiska na hřídele. Konečná montáž se provádí na lince obdélníkového tvaru. Uvnitř obdélníku je zásoba skříní a vík a prostor pro opravu skříní. Prostor vedle pece je využit pro montáž těžkých kol a pro montáž kuželových pastorků. Montáž provádí 9 dělníků.

II. alternativa: Ohřev kol se provádí ve dvou šachtových pecích KPO 38/12 ve dvou směnách. Kola chladnou pouze přirozeným prouděním vzduchu proto je třeba větší počet stojanů. Kola se ukládají do stojanů v dosahu otočného jeřábu a plné stojany se mostovým jeřábem přenesou na místo určené pro chladnutí kol. Po vychladnutí se stojany s koly přenesou mostovým jeřábem k pracovišti VI, kde se ještě před uložením sestav kol do tělesa skříně namontují na hřídele ložiska za tepla a excentrická pouzdra. Mezi pracovištěm III a pracovištěm VI se u stěny provádí montáž kuželových pastorků. Uspořádání linky konečné montáže je stejné jako v I. alternativě. Montáž těžkých kol se provádí na pracovišti umístěném ještě před montáží malých kol, aby nebyl rušen plynulý tok montáže malých kol.

Tok materiálu

Uspořádání linky je výhodné zejména z hlediska toku materiálu, neboť toky se nikde nekříží, při přísunu dílců se postupně rozvětvují a při montáži opět spojují. Toto není dodrženo při montáži velkých kol a při montáži kuželových pastorků, kde bylo přihlíženo více k využití volných ploch. Montáž velkých kol přímo nesouvisí s konečnou montáží, neboť se bude provádět s časovým předstihem. Kuželové pastorky tvoří váhově jen nepatrný podíl celkové váhy převodovky, takže hledisko materiálového toku u nich není důležité. Kuželové pastorky se budou po smontování ukládat do paletizační bedny, která se několikrát za směnu přenese k lince konečné montáže.

POPIS A VYBAVENÍ PRACOVIŠŤ

I. a l t e r n a t i v a

Na všech pracovištích jsou zámečnické stoly, na pracovištích I a II jsou velké zámečnické stoly.

Pracoviště I: Montáž kuželových pastorků

Montáž kuželových pastorků se provádí v přípravku na velkém zámečnickém stole, na němž je také ruční hřebenový lis. Přípravek je v podstatě deska s otvorem s vnitřním ozubením, do něhož se vloží pastorek. Přípravek usnadňuje montáž a hlavně utahování ložiskové matice. Pracoviště je vybaveno malým ručním zvedacím zařízením pro zatížení do 50 kg. Ložiska se před montáží na pastorek ohřívají v ohřívací vaně na ložiska:

typ 4 - 9124

Výrobce: Kovofiniš Ledeč nad Sázavou

Vnější rozměry: délka 630 mm

šířka 600 mm

výška 800 mm

Váha 100 kg

Obsah olejové lázně 225 l.

Pracoviště II: Nakládání kol

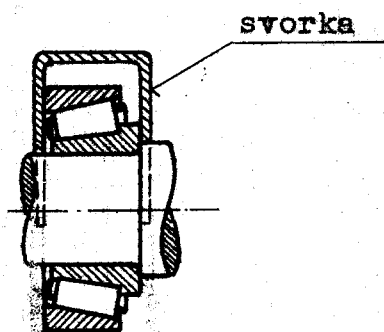
Na tomto pracovišti se montují kuželová kola. Montáž se provádí na velkém zámečnickém stole, na němž je stolní vrtačka. K utahování šroubů je pracoviště vybaveno pneumatickým utahovákem PU 30. Čelní i kuželová kola se nakládají na nakládací stolek válečkové tratě pomocí otočného jeřábu s mechanickým pohonem $/Q = 200 \text{ kg}, l = 4 \text{ m}/$. Nakládáním kol přímo na válečkovou trať by se válečky mohly poškodit. Kola musí být nakládána na válečkovou trať v takovém pořadí, v jakém jsou do kol montovány hřídele.

Pracoviště III: Obsluha montážního stroje

Toto pracoviště je vybaveno otočným jeřábem s ručním pohonem $/Q = 250 \text{ kg}, l = 2 \text{ m}/$, který je určen pro nouzové vykládání kol z otočného stolu do nouzových stojanů v případě, že by obsluha pracoviště VI byla stále zaměstnána vkládáním sestav kol do skříně.

Pracoviště IV: Montáž ložisek

Je vybaveno stejnou ohřívací vanou na ložiska jako pracoviště I. K pojištění vnějších kroužků kuželíkových ložisek proti samovolnému vypadnutí je nutno použít svorek. Svorky budou vyrobeny z plechu z pružinového materiálu a to tak, že plech bude ohnut do tvaru "U", jehož jedno rameno bude zachyceno za vnitřní kroužek ložiska a druhé rameno bude bránit vypadnutí vnějšího kroužku ložiska. Svorky budou pro každé ložisko jiné.



Montáž ložisek na hřídele se provádí přímo ve stojanech, které jsou seřaditelné pro různé šířky kol. Nosníky, na kterých leží hřídel, musí být úzké, aby nebránily montáži ložisek. V nosnících jsou válcovou frézou vyfrézovány prohlubně, aby se zabránilo samovolnému pohybu soukolí. Do stojanů vejde zásoba kol na několik hodin, což dostačuje k úplnému vychladnutí kol. Na ložiska jsou ve stojanech montována excentrická pouzdra.

Pracoviště V: Nakládání skříní

Pro utahování šroubů je vybaveno pneumatickým utahovákem PU 30, zavěšeným na konsoli a vyváženým protizávažím. Pracoviště je v dosahu otočného jeřábu určeného pro opravu skříní, jehož je možno použít i pro nakládání menších skříní.

Pracoviště VI: Montáž převodů

Pro přesnější a jemnější vkládání převodů do tělesa skříně je na tomto pracovišti otočný jeřáb / $Q = 300 \text{ kg}$, $l = 4 \text{ m}$ / s mikrozdvihem. Tento jeřáb má mechanický pohon.

Pracoviště VII: Seřizování vůle

Seřizování vůle čelních soukolí se provádí pomocí kruhové a půlkruhové tyčky takto: Kruhová tyčka se vloží do otvoru excentrického pouzdra a pouzdem se otáčí tak dlouho, až se seřídí potřebná vůle. Půlkruhová tyčka stejného průměru jako díra v excentrickém pouzdře se položí na dělicí plochu skříně a pouzdem se natočí tak, aby bylo možno tuto tyčku vsunout do některé díry. Tím se dosáhne toho, že díra do níž se po přikrytí skříně víkem zasune pojišťovací kolík, je zaručeně svislá. /V excentrickém pouzdře je 8 děr/.

Pracoviště VIII: Zakrytí

Nad pracovištěm je na dosah ruky na konsoli zavěšen pneumatický utahovák PU 30 s protizávažím. Pracoviště je v dosahu otočného jeřábu, určeného pro opravu skříní. K nanášení hermepilu na dělicí plochu skříně je použito pneumatického nanášeče hermepilu, což je v podstatě válec naplněný hermepilem, z něhož je hermepil vytlačován stlačeným vzduchem. Pneumatický nanášeč hermepilu je v provozu v Přerovských strojárnách.

Montáž velkých kol za tepla na hřídele se provádí na montážní lavici, na níž se kolo uloží pomocí mostového jeřábu. V ose montážní lavice je drážka pro usnadnění vyjímání kola s hřídelem. Ve spodní části montážní lavice jsou seřaditelné dorazy pro hřídele.

II. a l t e r n a t i v a

V této alternativě je použito pouze dvou otočných jeřábů o nosnosti 300 kg a délce vyložení 4 m, z nichž jeden slouží k montáži kol na hřídele za tepla a druhý s mikrozdvihem je určen pro montáž převodů do tělesa skříně.

Pracoviště I a II jsou stejná jako v I. alternativě. Pracoviště III /Montáž kol za tepla/ je vybaveno montážní lavicí podobného typu jako pro montáž velkých těžkých kol. Stojany dostačují pro celodenní zásobu kol. Je zde ponecháno místo pro případné použití lisu pro dolisovávání nebo pro chladicí zařízení na ochlazování hřídelů.

Ostatní pracoviště jsou vybavena stejně jako v I. alternativě, pouze pro opravu skříní není uvažován otočný jeřáb.

URČENÍ VELIKOSTÍ PLOCH

1/ Plocha pro zásobu skříní

Půdorysné rozměry skříně představitele 370-200 jsou: 655x330 mm. Denní potřeba skříní je asi 30 ks. Na plochu se musí vejít celá jednodenní dávka skříní, které se právě montují, a část dávky skříní, které jsou během směny přivázeny pro montáž na příští den. Pro zásobu těles skříní jsou určeny plochy 2x2,5 m a 3x1,75 m. Na plochu 2x2,5 m se vejde 21 skříní v jedné vrstvě a na plochu 3x1,75 m se vejde 20 skříní v jedné vrstvě. Jelikož ukládání skříní se bude provádět v několika vrstvách, jsou tyto plochy dostatečné.

Plocha pro zásobu těles skříní je určena současně pro montáž těžkých převodovek. Z tohoto důvodu a dále proto, že mezi výrobou a montáží není meziklad skříní, nemůže tato plocha být menší.

2/ Plocha pro zásobu vík

Na lince konečné montáže jsou čtyři pracoviště, proto na plochu pro odkládání vík musí vejít minimálně 4 víka. Uvažujeme-li, že mezi každými dvěma sousedními pracovišti bude jeden rezervní vozík, bude muset na odkládací plochu vejít 7 vík. Na odkládací plochu o rozměrech 3x0,75 m, která je navržena projektem, se vejde 8 vík představitele. Víka je nutno ukládat v jedné vrstvě, aby se nepoškodila dělicí plocha a aby bylo každé víko vždy přístupné. Víka je nutno ukládat v určitém pořadí tak, aby je bylo možno ve stejném pořadí odebírat k zakrytí tělesa skříně.

3/ Počet stojanů pro chlazení kol

I. alternativa: Délka jednoho stojanu je 2 m. Do jednoho stojanu se vejde 5 ks čelních kol představitele 370-200 o průměru 350 mm a 7 ks kuželových kol o průměru 260 mm. Z orientačního výpočtu doby ochlazování plyne, že doba ochlazování na zemi bude asi 2 hodiny. Je třeba, aby do stojanu vešla zásoba kol alespoň na 3 hodiny, t.j. 12 čelních kol a 12 kuželových kol. Kuželová kola vejdou do dvou stojanů a čelní kola do tří stojanů, tedy je potřeba minimálně pět stojanů. Stojanů je na pracovišti celkem šest a ještě tam jsou dva rezervní dvojité stojany.

II.alternativa: Chlazení přirozeným oběhem vzduchu bude trvat delší dobu, proto je nutno zvolit takový počet stojanů, aby zásoba kol stačila krýt celou denní výrobu. Denně je potřeba asi 30 čelních a 30 kuželových kol /pro představitele 370-200/. Je tedy minimálně potřeba 6 stojanů pro čelní kola a 5 stojanů pro kuželová kola, t.j. dohromady 11 stojanů. Zvolený počet stojanů je 16.

4/ Velikost ploch pro ostatní součásti

Jelikož ostatní součásti budou přepravovány převážně ve stohovacích paletizačních bednách, nejsou nároky na plochu příliš velké. Navržené plochy dostačují většinou pro celodenní zásobu součástí.

EKONOMICKÉ ZHODNOCENÍ

Ekonomické propočty jsou ukazatelem nebo mírou hospodářského efektu, dosaženého určitým technickým zlepšením. Technicko-ekonomický rozbor jako měřítko hospodářského účinku je nutnou podmínkou při rozhodování o účelnosti a hospodárnosti zamýšlené investice.

V Ekonomickém zhodnocení je vyčíslen hospodářský efekt při srovnání se současným stavem montáže v Přerovských strojárnách, n.p. Aby bylo možno srovnávat současnou a novou výrobu, byl ekonomický rozbor vlastních nákladů výroby proveden pro oba případy stejným způsobem. Úspor je dosaženo snížením vlastních nákladů výroby. Jelikož se změnou výroby se podstatně změnil i dílenská režie, není možno vyjadřovat dílenskou režii v procentech jednicových mezd, neboť pro novou výrobu by bylo nutno režii odhadnout, ale je nutno dílenskou režii vypočíst z jednotlivých položek, z nichž je složena. Nebyly vypočteny všechny položky dílenské režie, ale jen ty, které se zavedením nové výroby podstatně změní, a jen ty, ke kterým bylo možno získat dostatečné množství podkladů. Ostatní položky dílenské režie jsou uvažovány stejně velké jako v současné výrobě. K výpočtu úspor na vlastních nákladech je tedy není nutno znát; rozdíl vlastních nákladů jimi není ovlivněn.

1/ Současná výrobaa/ Hodnota zařízení v současné výrobě:

1 ks hydraulický lis 300 t	90 000 Kčs
15 m zámečnické stoly	13 000 "
1 ks otočný jeřáb ruční 750 kg/4 m	25 000 "
1 ks stolní vrtačka	2 000 "
1 ks soustruh na úpravu víček	25 000 "
montážní pomůcky a přípravky	60 000 "
1 ks svislá frézka FA3V	40 000 "
1 ks obrázečka	40 000 "
	<u>40 000 "</u>
celkem	295 000 Kčs

Hodnota zařízení v současné výrobě je 295 000 Kčs.

b/ Vlastní náklady současné výroby

$$n_s = m + r + m_{ITP} + n_o + n_e$$

n_s - vlastní náklady současné výroby

m - mzdy výrobních dělníků

r - sociální režie výrobních dělníků

m_{ITP} - mzdy inženýrsko-technických /ITP/ a administrativních /AP/ pracovníků včetně soc. režie

n_o - náklady na odpisy

n_e - náklady na energii

/Poznámka: Jednotlivé položky vztažené na jednotku výroby budou označovány malým písmenem, položky vztažené na roční výrobu velkým písmenem/

Mzdy výrobních dělníků:

průměrná mzda 8 Kčs/hod

počet hodin za rok 2 140 hod/rok

počet dělníků 9 - montáž

2 - výroba drážek

celkem 11 dělníků

Mzdy za rok určíme tak, že vynásobíme počet pracovních hodin za rok počtem dělníků a průměrnou hodinovou mzdou dělníka.

$$M = 2\,140 \cdot 11 \cdot 8 = 188\,000 \text{ Kčs/rok}$$

$$M = 188\,000$$

Sociální režie je 18% z mezd.

$$R = 0,18 \cdot 188\,000 = 34\,000 \text{ Kčs/rok}$$

$$R = 34\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Mzdy ITP: vedoucí 1 900 Kčs/měsíc

plánovač 1 600 Kčs/měsíc

$$\text{Roční mzdy: } /1\,900 \quad 1\,600/ \cdot 12 = 42\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Sociální režie ITP je 15% mezd

$$0,15 \cdot 42\,000 = 6\,300 \text{ Kčs/rok}$$

Mzdy AP: sekretářka 1 000 Kčs/měsíc

$$\text{Roční mzda: } 1\,000 \cdot 12 = 12\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Sociální režie AP je 10% mezd

$$0,1 \cdot 12\,000 = 1\,200 \text{ Kčs/rok}$$

Mzdy ITP a AP včetně soc. režie:

mzdy ITP 42 000 Kčs/rok

soc. režie ITP 6 300 Kčs/rok

mzdy AP 12 000 Kčs/rok

soc. režie AP 1 200 Kčs/rok

celkem $M_{ITP} = 61\,500 \text{ Kčs/rok}$

$$M_{ITP} = 61\,500 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na odpisy:

Při desetileté životnosti zařízení jsou roční náklady na odpisy 10% hodnoty zařízení.

$$N_o = 0,1 \cdot 295\,000 = 29\,500 \text{ Kčs/rok}$$

$$N_o = 29\,500 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na energii:

Příkon frézky asi 3 kW

Příkon obrážečky si 3 kW

Cena elektrické energie v Přerovských strojír-
nách je 0,22 Kčs/kWh /Přerovské strojíny jsou
elektrickou energií zásobovány z energovlaku/.
Spotřebovaná energie za rok = příkon x počet
provozních hodin za rok = $6 \cdot 2\,140 = 12\,800$ kWh
Náklady na energii = spotřeba energie x cena =
= $12\,800 \cdot 0,22 = 2\,800$ Kčs/rok

$$N_e = 2\,800 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na výrobu za rok:

Mzdy výrobních dělníků	188 000 Kčs/rok
Soc. režie výrobních dělníků	34 000 "
Mzdy ITP a AP včetně soc.	
• režie	61 500 "
Náklady na odpisy	29 500 "
Náklady na energii	2 800 "

Celkem	315 800 Kčs/rok

Vlastní náklady na 1 kus:

Roční výroba je 5 200 ks

Vlastní náklady na 1 výrobek = celkové roční
náklady / počet výrobků za rok

$$n_s = \frac{315\,800}{5\,200} \approx 61 \text{ Kčs/kus}$$

$$n_s = 61 \text{ Kčs/kus}$$

Vlastní náklady na montáž 1 ks převodovky v současné
výrobě jsou 61 Kčs/ks.

2/ Nová výroba - I. alternativa

a/ Pořizovací náklady

1 ks průběžná válečková pec PVO 16/100 bez střední části	500 000 Kčs
1 ks šachtová pec EHO 79/20	65 800 "
2 ks otočný jeřáb 300 kg/4 m s mechanickým pohonem	50 000 "
1 ks otočný jeřáb 200 kg/3,5 m s mechanickým pohonem	20 000 "

VŠST LIBERECNávrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 79

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

1 ks otočný jeřáb 250 kg/2 m ruční	10 000 Kčs
1 ks zvedací zařízení pro montáž pastorků 50 kg/2 m	5 000 "
1 ks montážní stroj s příslušenstvím	80 000 "
90 m kolejnice	6 000 "
15 ks montážní vozík a 1 000 Kčs	15 000 "
2 ks velký zámečnický stůl	3 000 "
8 ks malý zámečnický stůl	7 200 "
2 ks ohřívací nádrž na ložiska typ 4-9124	4 000 "
1 ks stolní vrtačka	2 000 "
1 ks ruční vřetenový lis	1 000 "
1 ks montážní lavice	1 000 "
6 ks odkládací stojany na soukolí	6 000 "
2 ks dvojité odkládací stojany	2 000 "
1 ks pneumatický nanášec hermepilu	600 "
3 ks pneumatický utahovák PU 30	1 800 "
3 ks závěsy pro PU 30 s vyvažováním	1 000 "
3 sady nástrčkové klíče pro PU 30	3 000 "
ostatní příslušenství a nářadí	5 600 "
celkem	790 000 Kčs
náklady na montáž pecí jsou	
10% pořizovací ceny	60 000 Kčs
náklady na instalaci ostatního zařízení	30 000 "
celkem náklady pořizovací	880 000 Kčs
náklady na zkušební chod	20 000 Kčs
podnětné náklady celkem	900 000 Kčs

b/ Vlastní náklady nové výroby

Mzdy výrobních dělníků:

Průměrná mzda je uvažována stejná jako v současné výrobě. Provádí-li se montáž na lince, kde je určitá dělba práce, mohou montáž vykonávat méně kvalifikovaní dělníci. Na druhé straně se počítá se zvýšením mezd.

VŠST LIBERECNávrh projektu montáže
převodovek

DP - ST 98/62 80

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

Počet hodin za rok 2 140 hod/rok

Počet výrobních dělníků 9

Průměrná mzda 8 Kčs/hod

$$M = 2\,140 \cdot 9 \cdot 8 = 154\,000 \text{ Kčs/rok}$$

$$M = 154\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Sociální režie výrobních dělníků:

$$R = 0,18 \cdot 154\,000 = 27\,800 \text{ Kčs/rok}$$

$$R = 27\,800 \text{ Kčs/rok}$$

Mzdy ITP a AP:

Pro rozšířenou výrobu je uvažován stejný počet
ITP a AP, tedy roční mzdy i soc. režie budou
stejné.

$$M_{ITP} = 61\,500 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na odpisy:

$$N_o = 0,1 \cdot 880\,000 = 88\,000 \text{ Kčs/rok}$$

$$N_o = 88\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na energii:

Příkon pece PVO 16/100 je 20/90 kW

Maximální příkon je pouze pro vytápění pece, po
vytopení pece je příkon podle potřeby automaticky
regulován přepínáním hvězda-trojúhelník. Průměrný
příkon je odhadem 40 kW.

Cena 1 kWh ze sítě je 0,12 Kčs/kWh

$$\text{Spotřeba energie za rok } 2\,140 \cdot 40 = 85\,000 \text{ kWh}$$

Náklady na energii

$$N_e = 85\,000 \cdot 0,12 = 10\,200 \text{ Kčs/rok}$$

$$N_e = 10\,200 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na výrobu za rok:

Mzdy výrobních dělníků 154 000 Kčs/rok

Sociální režie 27 800 "

Mzdy ITP a AP 61 500 "

Náklady na odpisy 88 000 "

Náklady na energii 10 200 "

celkem 343 500 Kčs/rok

VŠST LIBERECNávrh projektu montáže
převodovek

DP-ST 98/62 81

3. LISTOPADU 1962

Jaroslav Bernatík

Vlastní náklady na 1 kus:

Roční výroba je 8 940 ks

$$n_1 = \frac{341\,500}{8\,940} = 38 \text{ Kčs/ks}$$

$$n_1 = 38 \text{ Kčs/ks}$$

Vlastní náklady na montáž 1 ks převodovky v nové výrobě /I. alternativa/ jsou 38 Kčs/ks.3/ Nová výroba - II. alternativaa/ Pořizovací náklady

1 ks šachtová pec EHO 79/20	65 800 Kčs
2 ks šachtová pec KPO 38/12	44 400 "
2 ks otočný jeřáb 300 kg/4 m s mechanickým pohonem	50 000 "
1 ks zvedací zařízení pro montáž pastorků 50 kg/2 m	5 000 "
90 m kolejnice	6 000 "
15 ks montážní vozy	15 000 "
2 ks velký zámečnický stůl	3 000 "
6 ks malý zámečnický stůl	5 400 "
1 ks ohřívací nádrž na ložiska	2 000 "
1 ks stolní vrtačka	2 000 "
1 ks ruční hřebenový lis	1 000 "
16 ks odkládací stojany na soukolí	16 000 "
1 ks pneumatický nanášec hermepilu	600 "
1 ks montážní lavice	1 000 "
3 ks pneumatický utahovák PU 30	3 000 "
3 ks závěsy pro PU 30 s vyvažováním	1 000 "
3 sady nástrčkové klíče pro PU 30	3 000 "
ostatní příslušenství a nářadí	5 800 "
celkem	230 000 Kčs
náklady na montáž pecí	12 000 Kčs
náklady na instalaci ostatního zařízení	18 000 "
<u>celkem náklady pořizovací</u>	<u>260 000 Kčs</u>

náklady na zkušební chod 10 000 Kčs
podnětné náklady celkem 270 000 Kčs

b/ Vlastní náklady

Mzdy výrobních dělníků:

Počet hodin za rok 2 140 hod/rok

Počet výrobních dělníků 10 - I. směna

2 - II. směna

celkem 12

Průměrná mzda 8 Kčs/hod.

$$M = 2\,140 \cdot 12 \cdot 8 = 204\,000 \text{ Kčs/rok}$$

$$M = 204\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Sociální režie:

$$R = 0,18 \cdot 204\,000 = 36\,600 \text{ Kčs/rok}$$

$$R = 36\,600 \text{ Kčs/rok}$$

Mzdy ITP a AP:

$$M_{ITP} = 61\,500 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na odpisy:

$$N_o = 0,1 \cdot 260\,000 = 26\,000 \text{ Kčs/rok}$$

$$N_o = 26\,000 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na energii:

Průměrný příkon 50 kW po dvě směny

Cena 1 kWh je 0,12 Kčs/kWh

Spotřeba energie za rok $2 \cdot 2\,140 \cdot 50 = 214\,000 \text{ kWh}$

Náklady na energii

$$N_e = 214\,000 \cdot 0,12 = 25\,600 \text{ Kčs/rok}$$

$$N_e = 25\,600 \text{ Kčs/rok}$$

Náklady na výrobu za rok:

Mzdy výrobních dělníků 204 000 Kčs/rok

Sociální režie 36 000 "

Mzdy ITP a AP 61 500 "

Náklady na odpisy 26 000 "

Náklady na energii 25 600 "

Celkem 353 100 Kčs/rok

Vlastní náklady na 1 kus:

Roční výroba je 8 940 ks

$$n_f = \frac{353\,100}{8\,940} = 39,5 \text{ Kčs/kus}$$

$$n_f = 39,5 \text{ Kčs/ks}$$

Vlastní náklady na montáž 1 ks převodovky v nové výrobě /II. alternativa/ jsou 39,5 Kčs/ks.

4/ Úspory

a/ I. alternativa

Úspora na jeden výrobek je rozdíl vlastních nákladů výroby nové a současné

$$u_f = n_s - n_f = 61 - 38 = \underline{23 \text{ Kčs/ks}}$$

Úspora v prvním roce provozu

$$U_{f1} = 8\,940 \cdot 23 = 205\,000 \text{ Kčs/rok}$$

V dalších letech provozu se celkové roční úspory budou zvyšovat úměrně s rostoucím objemem výroby. Výroba se má zvýšit podle plánu do roku 1970 čtyřikrát až pětkrát.

Úspory v jednotlivých letech:

rok	plánovaná výroba	úspory
1965	8 940 ks	205 000 Kčs
1966	12 000 ks	276 000 Kčs
1967	16 000 ks	370 000 Kčs
1968	22 000 ks	505 000 Kčs
1969	28 000 ks	650 000 Kčs
1970	35 000 ks	-----

Celkem 2 006 000 Kčs

Úspory za první tři roky

$$/205\,000 + 276\,000 + 370\,000/ = 851\,000 \text{ Kčs}$$

Podnětné náklady jsou 900 000 Kčs.

Doba úhrady je asi 3,1 roku.

Hospodářský výnos je určen jen do doby než bude nutno linku přestavět na vyšší kapacitu. Zvýšením směnnosti přechodem na třísměnný provoz je možno bez jakýchkoli úprav na lince zvýšit výrobu třikrát, t.j. $3 \times 8\,940 = 26\,800$ ks/rok. Tato výroba je plánována pro rok 1969. Ve skutečnosti bude hospodářský výnos podstatně vyšší, neboť zařízení bude sloužit i pro zvýšenou výrobu po určitých úpravách.

Hospodářský výnos = celkové úspory - podnětné náklady
 $= 2\,006\,000 - 900\,000 = 1\,106\,000$ Kčs

Hospodářský výnos do roku 1969 je 1 106 000 Kčs.

b/ II. alternativa

Úspora na jeden výrobek je rozdíl vlastních nákladů současné a nové výroby.

$$u_{\bar{x}} = n_s - n_{\bar{x}} = 61 - 39,50 = \underline{\underline{21,50 \text{ Kčs/ks}}}$$

Úspora v prvním roce provozu

$$U_{\bar{x},1} = 8\,940 \cdot 21,50 = 192\,000 \text{ Kčs}$$

$$\text{Doba úhrady} = \frac{\text{podnětné náklady}}{\text{úspora za rok}} = \frac{270\,000}{192\,000} = 1,4 \text{ roku}$$

Doba úhrady je přibližně 1,4 roku.

Přechodem z dvousměnného provozu na pracovišti III na třísměnný provoz je možno zvýšit výrobu o 50%, t.j. asi na 13 500 ks/rok. Této výroby se podle plánu dosáhne v polovině roku 1967.

Úspory v jednotlivých letech:

rok	plánovaná výroba	úspory
1965	8 940 ks	192 000 Kčs
1966	12 000 ks	258 000 Kčs
1967	16 000 ks	345 000 Kčs
1968	22 000 ks	-----

celkem 795 000 Kčs

Hospodářský výnos = 795 000 - 270 000 = 525 000 Kčs.

Hospodářský výnos do konce roku 1967 je 525 000 Kčs.

ZÁVĚR

Montážní linka je navržena tak, aby bez dalších velkých investic bylo možno několikrát zvýšit výrobu. Zvýšit výrobu na trojnásobek je možno zvýšením směn-
nosti přechodem na třísměnný provoz. Bez velkých in-
vestic je možno dále zvýšit výrobu určitými úpravami
na lince.

Kapacitu linky konečné montáže je možno zvýšit
zvětším počtu dělníků a rozdělením montáže na více
pracovišť.

Kapacitu průběžné válečkové pece PVO 16/100, na
níž závisí montáž kol na hřídele za tepla, lze zvýšit
asi o třetinu zvětšením pece o střední část. Pro toto
prodloužení pece je před vstupní částí pece rezervová-
no volné místo, takže začátek pece lze posunout až
k přísunové cestě na úkor délky válečkové dráhy před
začátkem pece. Válečkovou dráhu je možno případně
prodloužit do skladu hotových součástí a kola nakládat
na válečkovou trať přímo ve skladu. Montážní stroj má
určitou rezervu výkonů, která dostačuje i pro toto
zvýšení výroby.

V II. alternativě není tak velké zvýšení výroby
možné. U této alternativy bylo spíše přihlíženo k nízkým
pořizovacím nákladům. Zvýšení výroby je možné
o 50% přechodem na třísměnný provoz na pracovišti III
a dále zvětšením počtu pecí.

VŠST LIBERECNávrh projektu montáže
převodovek**DP-ST 98/62 86****3. LISTOPADU 1962**

Jaroslav Bernatík

SEZNAM PŘÍLOH

V ý k r e s y :

1/ Montážní linka	00 DP-ST 98.62/01
2/ Ideový návrh montážního stroje	01 DP-ST 98.62/02
Kusovník	04 DP-ST 98.62/02-2
3/ Tok materiálu	43 DP-ST 98.62/03
4/ Kuželočelní převodovka 370-200 /kopie/	00 370-05 0.00.00-1
5/ Kuželočelní převodovka 370-200 /kopie/	42 370-05 0.00.00-2

SEZNAM LITERATURY

- 1/ Jegorov M.E. - Základy projektování strojírenských podniků - Praha SNTL 1957
- 2/ Anninskij B.A. - Komplexní mechanizace ve strojírenských závodech-Praha SNTL 1962
- 3/ Novikov M.P. - Montáž strojů a mechanismů Praha SNTL 1953
- 4/ List V. - Elektrotechnika V: Elektrické teplo - Praha SNTL 1958
- 5/ Sýkora K. - Základy sdílení tepla Praha SNTL 1959
- 6/ H.Bernardy - Projektování výrobních a montážních linek - Praha Práce 1956
- 7/ Kovotechna - Mechanizace vnitrozávodové dopravy

Časopisy, prospekty, katalogy.

29	vykládací místo								
28	anotovaný přívod 1:2 s maxikolcem								
27	tlačná deska								
26	základna								
25	nová deska hřídelů								
24	vrtáková soustružka								
23	ventilátor								
22	deska								
21	průhon								
20	otáčecí válec								
19	otáčecí rameno kufelu								
18	otáčecí kužel								
17	válec vidlice								
16	otáčecí válec								
15	otáčecí válec								
14	otáčecí válec								
13	převodový válec								
12	světlý válec								
11	světlý válec								
10	světlý válec								
9	tlumič								
8	lisovací válec								
7	závitník								
6	závitník								
5	závitník								
4	otočný buhaň								
3	střední sloup								
2	otočný stůl								
1	pod								

Měřička	Kresla	<i>J. Benš</i>	sk. měř.		Datum	Podpis	Rukopis
	Přezkouška						
	Průběh						
	Výr. měř.						
3. 11. 1962.							

VYSOKÁ ŠKOLA STROJNÍ LIBEREC	Název	04 DP-ST 98.62/02	List
	IDEOVÝ NÁVRH MONTÁŽNÍHO STROJE		