

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

**VYSOKÁ ŠKOLA BÁŇSKÁ – TECHNICKÁ UNIVERZITA OSTRAVA
FAKULTA STROJNÍ**



TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ V PŘÍKLADECH

3 Montáž

doc. Ing. Robert ČEP, Ph.D.
Ing. et Ing. Mgr. Jana PETRŮ, Ph.D.

Ostrava 2013

© doc. Ing. Robert ČEP, Ph.D., Ing. et Ing. Mgr. Jana PETRŮ, Ph.D.

© Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava

ISBN 978-80-248-3014-8



Tento studijní materiál vznikl za finanční podpory Evropského sociálního fondu (ESF) a rozpočtu České republiky v rámci řešení projektu: CZ.1.07/2.2.00/15.0463, MODERNIZACE VÝUKOVÝCH MATERIÁLŮ A DIDAKTICKÝCH METOD

OBSAH

1.	MONTÁŽ	3
1.1	Montáž	4
1.1	Členění montážního procesu	4
1.2	Druhy montáže	5
1.3	Analýza rozměrových řetězců.....	8
1.4	Metody montáže	11
1.4.1	Metoda úplné vyměnitelnosti součástí	11
1.4.2	Metoda částečné vyměnitelnosti součástí	12
1.4.3	Metoda výběrová (selektivní)	12
1.4.4	Metoda kompenzační (pevný člen).....	12
1.4.5	Metoda regulační (pohyblivý člen).....	13
1.4.6	Metoda lícování.....	13
1.5	Přesnost výroby a její vliv na náklady montáže.....	13
2	KONTROLNÍ OTÁZKY	15
3	PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM.	16
4	POUŽITÁ LITERATURA	17



1. MONTÁŽ



OBSAH KAPITOLY:

Rozdělení montáží
Členění montážního procesu
Druhy montáže
Analýza rozměrových řetězců
Metody montáže



MOTIVACE:

Charakteristickým znakem montážních procesů je spojování dvou či více součástí do montážních celků. Pro spojování jsou obvykle využívány takové technologie, které zabezpečují přímé spojení bez přídavných součástí nebo materiálů. Montáží se nazývá soubor činností lidí, strojů a zařízení, jejichž vykonáváním ve stanoveném pořadí a čase vznikne z jednotlivých součástí a montážních celků hotový výrobek. Montáž je obvykle závěrečnou fází výrobního procesu ve strojírenské výrobě.



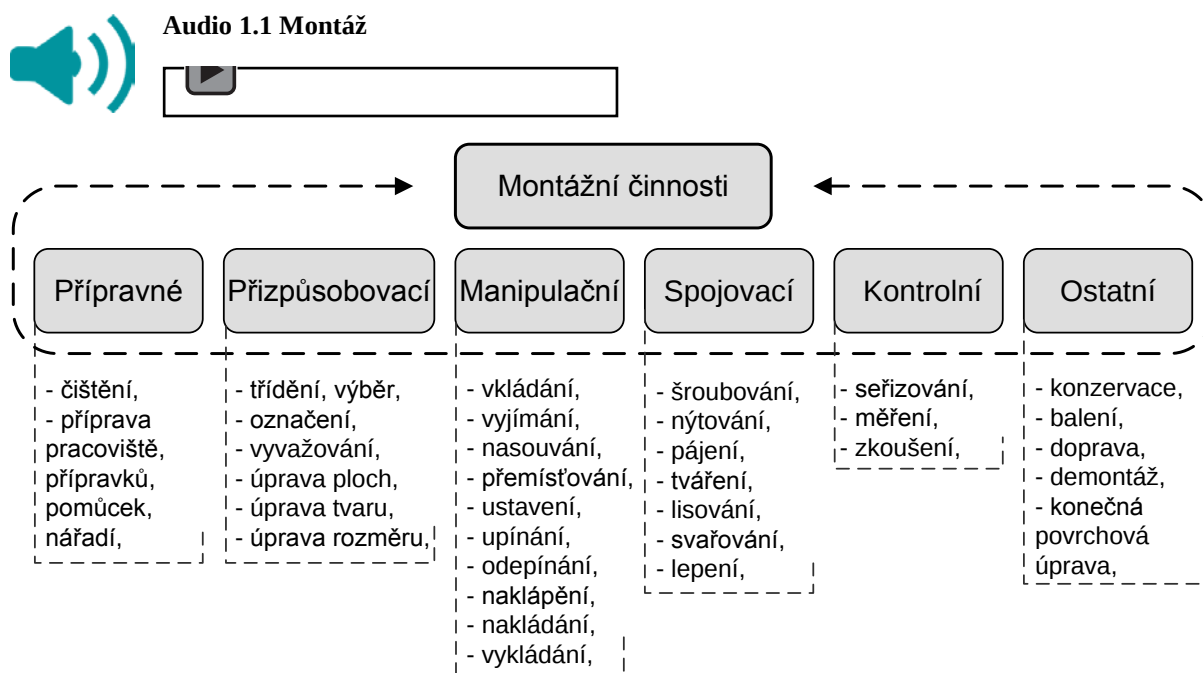
1.1 MONTÁŽ

Základní strukturální jednotkou montážního procesu je **montážní operace**. Tuto operaci lze definovat jako ukončenou část montážního procesu, která je realizovaná při montáži celku nebo výrobku jedním, nebo skupinou dělníků na jednom pracovišti, bez přestavení montážního zařízení. Je to operace bezesporu velmi pracná a nákladná. V praxi často zabírá až 50 % nákladů.

Podobně jako u technologického postupu výroby je nutno věnovat zvýšenou pozornost také požadavkům technologie montáže. Pod pojmem **technologičnost konstrukce výrobku z hlediska montáže** je zahrnuta taková úprava rozměrů, tvarů, materiálů a dalších parametrů, která vytváří nejnížší pracnost montáže a zhotovení výrobku při zachování, případně zlepšení stávajících jeho funkcí v rámci daných možností výroby.

Konstruktor z pohledu montáže usiluje o minimální počet součástí tvořící celek a stavebnicové uspořádání výrobků. Vhodně zvolená konstrukce součástí umožňuje zjednodušit montážní proces, eliminovat ruční pracoviště a uplatnit mechanizaci a automatizaci. S trendem zvyšujícím se stupněm automatizace montáže se zvyšují i požadavky na technologičnost konstrukce výrobků a přesnost jejich provedení. Montážní náklady mohou v důsledku nevhodné konstrukce součástí výrazně navýšit výrobní náklady.

Při montáži strojírenských výrobků se provádí řada **montážních činností**, které lze rozdělit do těchto šesti základních skupin podrobněji uvedených na obr. 12.1.



Obr. 12.1 Rozdělení montážních činností

Vzájemný podíl jednotlivých montážních činností se liší v závislosti na realizovaném druhu výroby. V kusové až malosériové výrobě jsou rozhodující zejména přípravné činnosti a z vlastní montáže má podstatný význam kontrola a seřizování. Tyto činnosti tvoří v souhrnu asi 80 % pracnosti montáže. V sériové a hromadné výrobě se zvyšuje podíl montážních činností spojování a manipulace.

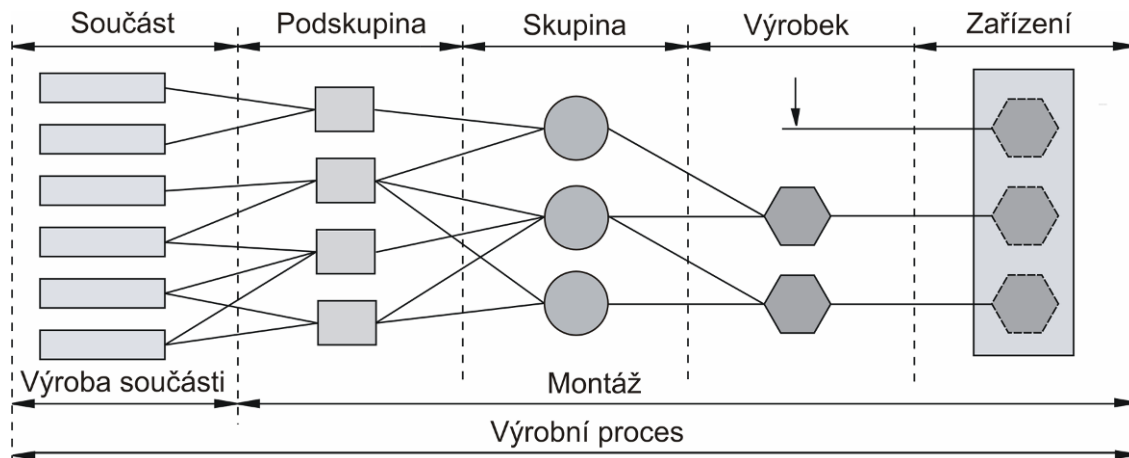
1.1 ČLENĚNÍ MONTÁŽNÍHO PROCESU

Z hlediska montáže se každý složitější strojírenský výrobek člení do tzv. **montážních prvků**, to jsou skupiny a části strojů, které mohou být montovány odděleně a nezávisle na ostatních



částech výrobku. Členění výrobků na menší celky je obvykle ve shodě s jeho konstrukční dokumentací.

Základní členění výrobku z hlediska jednotlivých fází výrobního procesu je znázorněno na obr. 12.2. Schéma vyjadřuje rozdělení montážní operace do jednotlivých montážních prvků. V případě složitějších součástí se sestavuje technologické schéma montáže, které názorně vyjadřuje posloupnost montáže jednotlivých součástí do podskupin a skupin, až v konečný výrobek či zařízení.



Obr. 12.2 Schéma členění výrobku z hlediska jednotlivých fází výrobního procesu

K základním prvkům montážního procesu patří:

- součást – je nerozebíratelný prvek (prvotní článek montáže), část výrobku, která je obvykle vyrobena z jednoho kusu materiálu;
- podskupina (díl) – představuje jednotku vzniklou spojením dvou či více součástí, přičemž nezáleží na způsobu spojení, podskupiny mohou být vícero řádů, například podskupiny I. řádu jsou přímo montované do skupin, podskupiny II. řádu jsou montované do podskupin I. řádu apod.;
- skupina – nejvyšší montážní prvek, vzniká spojením jedné nebo několika podskupin a dalších součástí;
- výrobek – většinou je to konečný hmotný produkt montáže určený pro trh, který je funkčně a konstrukčně uzavřený, vytvořený ze součástí, podskupin a skupin, spojených rozebíratelným či nerozebíratelným způsobem;
- zařízení – tvoří soubor strojírenských výrobků, které mají plnit dané provozní a technologické úkoly.



Audio 1.2 Prvky montážního procesu



1.2 DRUHY MONTÁŽE

Způsob a organizace montáže závisí především na typu a rozsahu výroby, na pracnosti montáže, na způsobech dodávek apod. Rozlišujeme dvě základní formy montáže:

- interní;
- externí.

Interní montáž se provádí v rámci daného výrobního závodu a výrobek opouští výrobní proces obvykle ve stavu způsobilém k přímému použití (např. automobily, spotřební zboží).

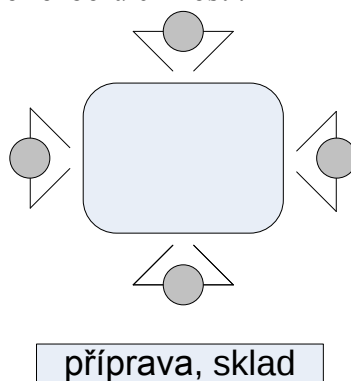


Naopak externí montáž je realizována mimo výrobní závod, při níž se v předepsaném sledu montují jednotlivé části zařízení, které byly předem interně smontovány ve výrobních závodech (např. montáž značně rozměrných a objemných strojů a zařízení, mostů a konstrukcí, vzduchotechniky, potrubí, armatur). Zpravidla se jedná o stacionární montáž. Podle pohybu součástí při montáži, stupně členitosti a charakteristických zvláštností montovaného výrobku rozeznáváme dvě organizační formy interní montáže:

- nepohyblivou neboli stacionární montáž (předpokládá soustředění montážních prací na stálém pracovišti):
 - *soustředěná*;
 - *rozčleněná*;
 - *proudová*;
- pohyblivou neboli nestacionární montáž (probíhá současně v několika montážních operacích nebo ve skupinách pracujících dělníky):
 - *předmětná*;
 - *linková*.

Stacionární montáž je typická pro kusovou a malosériovou výrobu. Nestacionární montáž je vhodné zavést pro malosériovou, velkosériovou a hromadnou výrobu, kde přecházení montážních pracovníků kolem výrobku je minimální.

Soustředěná montáž se provádí spojováním jednotlivých součástí na jednom stacionárním pracovišti a vykonává ji obvykle jedna skupina pracovníků (viz obr. 12.3). Využívána je při montáži těžkých či rozměrných součástí, které jsou montovány podle rámcových montážních postupů bez podrobného časového rozboru činností.

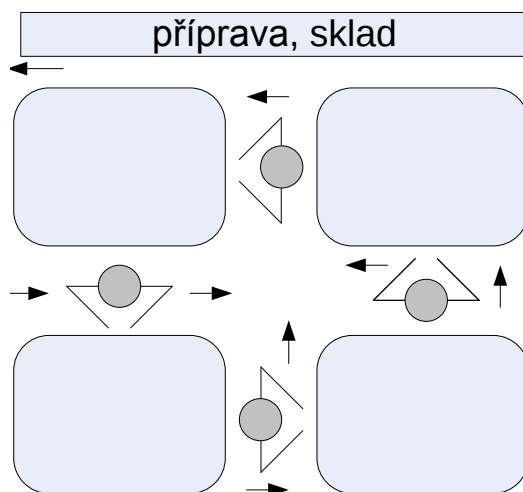


Obr. 12.3 Schéma soustředěné montáže

Mezi nevýhody soustředěné montáže patří vysoké nároky na kvalifikaci pracovníků, montážní plochy, dlouhá průběžná doba montáže, nepravidelný průběh montáže, přibližně stanovené normy času apod.

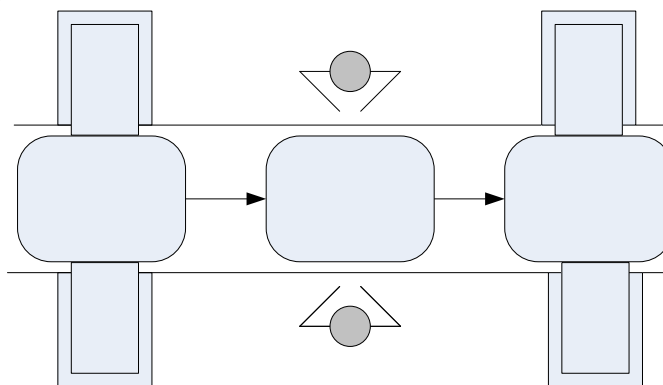
Rozčleněná montáž postupuje podle principu dělení operací. Výrobek se montuje na několika stacionárních montážních pracovištích současně (viz obr. 12.4). Předpokladem tohoto typu interní montáže je možnost rozčlenění výrobku na jednotlivé díly, podsestavy a sestavy v souladu s montážním schématem a přihlédnutím k objemu práce v dané montážní operaci. Časová norma je zpracována pro celé montážní celky.

Výhodou uplatnění rozčleněné montáže je uskutečnitelnost souběžné předmontáže jednotlivých celků, např. montuje-li se více výrobku (např. obráběcích strojů) v jedné montážní hale, skupiny montážních pracovníků postupně přecházejí od jednoho celku ke druhému a montáž probíhá v jednotlivých fázích. Celková montáž pak představuje spojení dílů, podsestav a sestav v hotový výrobek. Využívá se pro malosériovou výrobu.



Obr. 12.4 Schéma rozčleněné montáže

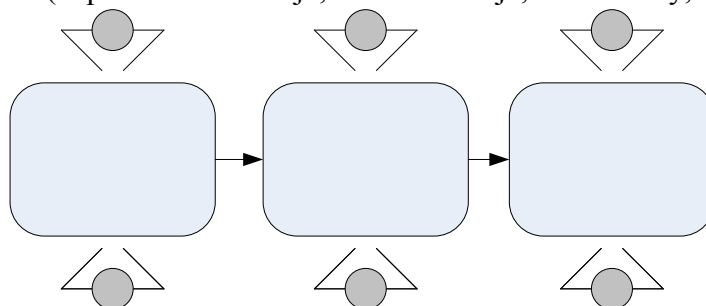
Proudová montáž probíhá na stacionárních montážních pracovištích, kde specializované skupiny pracovníků provádí určitou část montáže. Schéma proudové montáže je znázorněno na obr. 12.5. Montážní práce jsou rozčleněny až na operace nebo úkony. Tento typ montáže je právě díky pevnému synchronizovanému taktu dopravy součástí vhodný k automatizaci montážního procesu.



Obr. 12.5 Schéma proudové montáže

Výhodou této organizace montáže je synchronizace jednotlivých pracovišť z hlediska objemu montážních činností. Proudová montáž se uplatňuje při hromadném typu výroby např. při výrobě valivých ložisek, měřidel, motorů, převodovek, elektrických spínačů apod.

Předmětná montáž se vyznačuje volným pohybem montovaného předmětu, který prochází jednotlivými pracovišti (viz obr. 12.6). Pracovníci vykonávají jen určitou opakující se operaci s volným taktům přesouvání součástí mezi stacionárními pracovišti. Pracoviště montérů jsou pro montáž vždy příslušně vybavena. Typ montáže je určen pro malosériovou až velkosériovou výrobu (např. obráběcí stroje, stavební stroje, lokomotivy, elektrické motory).

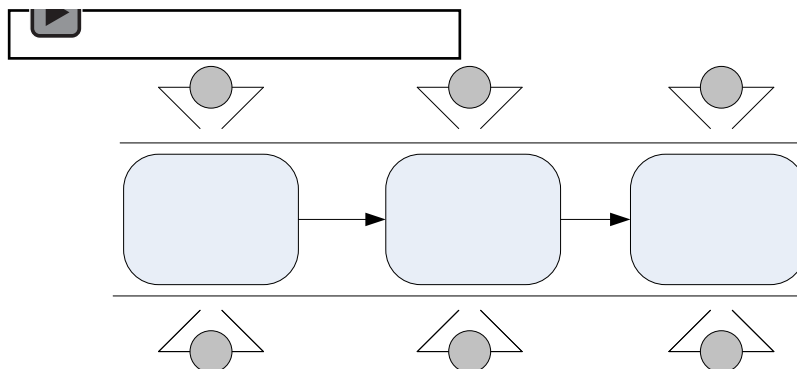


Obr. 12.6 Schéma předmětné montáže

Linková montáž je charakteristická nuceným pohybem montovaného předmětu, který je dán taktem montážní linky, přičemž je nutno dodržet sled operací. Někdy je nazývána také jako plynulá montáž (viz obr. 12.7). Montáž organizovaná v lince je dle způsobu odběru výrobku uskutečňována jako synchronizovaná či nesynchronizovaná.



Audio 1.3 Druhy montáže



Obr. 12.7 Schéma linkové montáže

Pohyblivá montáž může být s periodickým taktem s nepřetržitým pohybem. Taktem montáže nazýváme časový interval mezi smontováním dvou hotových výrobků. Tento takt se reguluje rychlostí pohybu dopravníku a zachovává pomocí zvukové a světelné signalizace.

Montážní takt T_m v minutách lze vypočítat podle vzorce

$$T_m = \frac{60F_{sk}}{N}, \text{ kde} \quad (12.1)$$

F_{sk} je skutečný hodinový časový fond montáže,

N je roční produkce smontovaných výrobků v kusech.

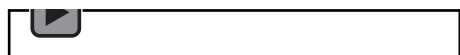
1.3 ANALÝZA ROZMĚROVÝCH ŘETĚZCŮ

Součásti vstupující do procesu montáže jsou vyrobeny s různou přesností. Při montáži součástí je nutno zajistit jejich vzájemné uspořádání v mezích předepsané přesnosti. Spojení určitých ploch musí zajistit předepsanou vůli, spojení jiných potřebný přesah. Správnou velikost úchylek rozměrů součástí v závislosti na požadované přesnosti spojení či mechanismu lze určit podle tzv. rozměrových řetězců.

Rozměrový řetězec je uzavřený řetězec vzájemně vázaných rozměrů, které jsou v určité posloupnosti, rozhodující pro vzájemnou polohu ploch či os jedné nebo více součástí. Rozměry jednotlivých součástí jsou členy rozměrového řetězce, tj. rozměry, kdy součet všech členů rozměrového řetězce dává buď celkový požadovaný rozměr, nebo se liší od žádaného celkového rozměru přesahem, případně vůlí.

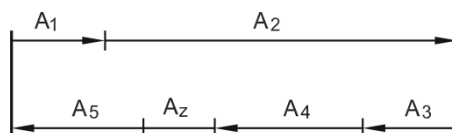


Audio 1.4 Rozměrový řetězec



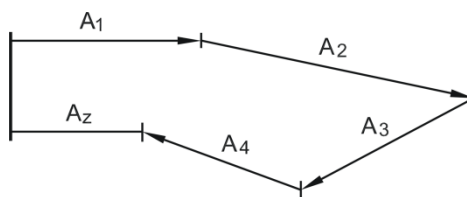
Rozměrové řetězce z hlediska vzájemné polohy, směru a velikosti členů mohou být následujících typů:

- lineární řetězec (všechny členy řetězce jsou rovnoběžné, jak je schématicky znázorněno na obr. 12.8);



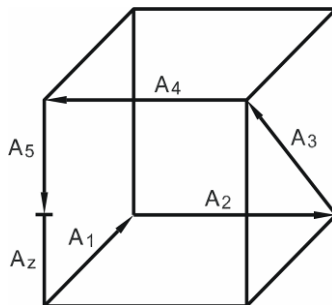
Obr. 12.8 Schéma lineárního řetězce rozměrů

- rovinný řetězec (má některé nebo všechny členy řetězce v rovnoběžných směrech, ale v jedné nebo více rovnoběžných rovinách viz obr. 12.9);



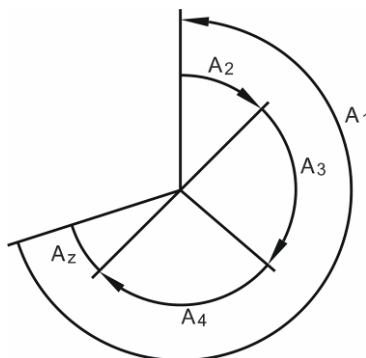
Obr. 12.9 Schéma rovinného řetězce rozměrů

- prostorový řetězec (má několik nebo všechny členy řetězce v různoběžných směrech a v různoběžných rovinách viz obr. 12.10);



Obr. 12.10 Schéma prostorového řetězce rozměrů

- úhlový (má všechny členy řetězce v úhlové míře a se společným vrcholem viz obr. 12.11). Může být rovinného nebo prostorového typu.

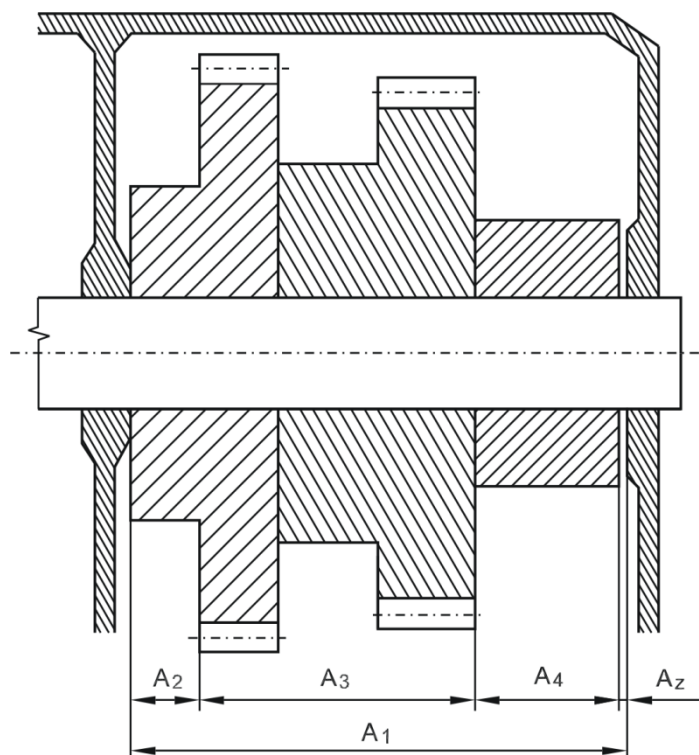


Obr. 12.11 Schéma úhlového řetězce rozměrů

Členy rozměrového řetězce můžeme rozdělit na výchozí, uzavírací a spojovací. V případě výchozích a uzavíracích členů je přesnost rozměrů určena úchylkami od přesnosti všech ostatních členů rozměrového řetězce. Jestliže tímto členem řetězec začíná, nazývá se výchozí, jestliže jím končí, pak je to člen uzavírací. Uzavírací člen je zakreslen na obr. 12.12 pod označení A_z .

Naopak spojovací členy jsou všechny ostatní členy řetězce kromě členu výchozího nebo uzavíracího, jejichž přesnost rozměrů má vliv na změnu přesnosti rozměrů uzavíracího členu. Spojovací členy mohou zvětšovat nebo zmenšovat celkový rozměr, přičemž zvětšující člen je člen, při jehož zvětšení se zvětší závěrný člen, zmenšující člen je člen, při jehož zvětšení se zmenší závěrný člen.





Obr. 12.12 Lineární rozměrový řetězec

Cílem řešení rozměrového řetězce je stanovit mezní rozměry nebo mezní úchytky od jmenovitých hodnot dílčích rozměrů podle výrobních nebo konstrukčních požadavků, příp. změnit tolerance tak, aby bylo vyhověno požadavkům technické a montážní dokumentace.

Pro výpočet jmenovité hodnoty závěrného členu A_z lineárního řetězce obecně platí:

$$A_z = \sum_{i=1}^n \bar{A}_i - \sum_{j=n+1}^{m-1} \bar{A}_j, \text{ kde} \quad (12.2)$$

$\sum_{i=1}^n \bar{A}_i$ je součet jmenovitých rozměrů všech n zvětšujících členů a $\sum_{j=n+1}^{m-1} \bar{A}_j$ je součtem všech $(m-n-1)$ zmenšujících členů řetězce. Celkový počet členů řetězce včetně závěrného je označen m .

Dosažením skutečných rozměrů do rovnice (12.2), tj. rozměrů zjištěných při měření za jmenovité hodnoty, mohou nastat dva mezní případy, při kterých:

- maximální hodnotu závěrného členu lze vypočítat dosažením maximálních rozměrů všech zvětšujících členů a minimálních rozměrů všech zmenšujících členů:

$$A_{z_{\max}} = \sum_{i=1}^n \bar{A}_{i_{\max}} - \sum_{j=n+1}^{m-1} \bar{A}_{j_{\min}} \quad (12.3)$$

- minimální hodnotu závěrného členu lze vypočítat dosažením minimálních rozměrů všech zvětšujících členů a maximálních rozměrů všech zmenšujících členů:

$$A_{z_{\min}} = \sum_{i=1}^n \bar{A}_{i_{\min}} - \sum_{j=n+1}^{m-1} \bar{A}_{j_{\max}} \quad (12.4)$$

Pro lineární obvody platí, že tolerance závěrného členu T_{AZ} je dána rozdílem maximální $A_{z_{\max}}$ a minimální $A_{z_{\min}}$ hodnoty závěrného členu a rovná se součtu tolerancí všech členů řetězce:



$$T_{AZ} = A_{Z_{max}} - A_{Z_{min}}, \quad (12.5)$$

a po úpravě:

$$T_{AZ} = \sum_{i=1}^n T_{\bar{A}_i} - \sum_{j=n+1}^{m-1} T_{\bar{A}_j} = \sum_{k=1}^{m-1} T_{A_k}, \text{ kde} \quad (12.6)$$

z výše uvedené rovnice je zřejmé, že pro lineární řetězce se tolerance závěrečného členu rovná součtu tolerancí všech jeho členů.

Z rovnice (12.6) dále vyplývá, že se zvětšujícím se počtem členů v rozměrovém řetězci roste počet sčítanců T_{A_i} , což má za následek buď zmenšování tolerance jednotlivých členů řetězce tak, aby tolerance závěrečného členu zůstala konstantní, nebo při zachování hodnot tolerancí jednotlivých členů ke zvětšování tolerance závěrečného členu.

Z popsané analýzy rozměrových obvodů plyne **pravidlo nejkratší řady**. Dílčí úlohy řešení přesnosti vzájemné polohy ploch a os jednotlivých součástí je nutno stejně jako při obrábění dílce řešit aplikací rozměrových řetězců s minimálním počtem členů.

1.4 METODY MONTÁŽE

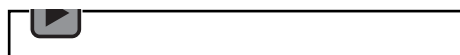
Předepsanou přesnost při montáži součástí lze zajistit níže popsánymi způsoby montáže. Volba metody řešení rozměrových řetězců je určena konstrukčními zvláštnostmi součástí a druhem výroby.

Metody montáže, jsou následující:

- úplná vyměnitelnost součástí;
- částečná vyměnitelnost součástí;
- výběr (selekce) součástí;
- kompenzační (pevný člen);
- regulační (pohyblivý člen);
- lícování (úprava).



Audio 1.5 Metody montáže



1.4.1 Metoda úplné vyměnitelnosti součástí

Tato metoda umožňuje montáž všech součástí, které tvoří jednotlivé členy rozměrového řetězce, zhotovených v předepsaných rozměrech a tolerancích, bez předchozího výběru či přizpůsobení a plně zabezpečuje přesnost závěrečného členu. Montáž na základě úplné vyměnitelnosti součástí může být organizována v hromadné a velkosériové výrobě.

Mezi výhody této metody montáže patří jednoduchá technologická příprava montáže (členění, mechanizování montážních prací, normování práce), jednoduchá a hospodárná montáž (bez výběru a přizpůsobování, nižší kvalifikace pracovní síly, stabilní čas montáže), snadná mechanizace a automatizace montáže, možnost kooperace výroby, jednoduchá údržba a opravy výrobku na základě vyměnitelných náhradních dílů, snadné vybavení náhradními díly. Nevýhodou metody je naopak zvyšující se nároky na přesnější výrobní metody, přípravky a měřidla, delší výrobní časy a s tím související zvyšování nákladů na výrobu součástí s požadovanou přesností.



1.4.2 Metoda částečné vyměnitelnosti součástí

Metoda částečné vyměnitelnosti součástí vychází z úvahy, že skutečné rozměry každého členu rozměrového řetězce (i závěrného) jsou vlivem nahodilých chyb rozloženy v celé šíři tolerančního pole, ale s rozdílnou četností výskytu, tj. krajní hodnoty jsou méně početné než střední.

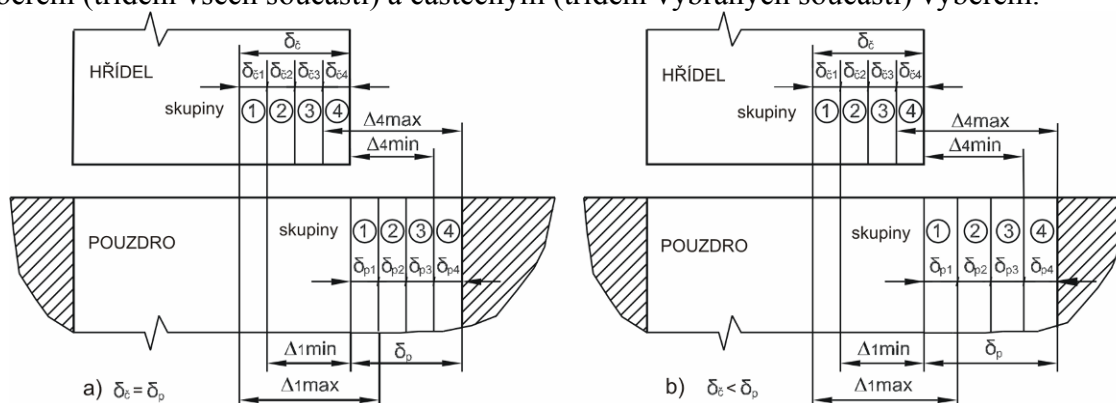
Dále je zřejmé, že pravděpodobnost vzájemného setkání extrémních rozměrů klesá se zvětšujícím se počtem členů v řetězci. Navíc, čím větší je počet jednotlivých členů, tím u nich může být stanovena širší tolerance. Součásti jsou v rámci této metody vyráběny ve větších tolerancích a vymezení vůle či přesahu se řeší výpočtem, který bere v úvahu riziko, že stanovených hodnot nebude dosaženo.

Výhodou metody částečné vyměnitelnosti je možnost volby větších tolerancí součástí (snižování výrobních nákladů), jednoduchá a hospodárná montáž. Nutnost zřízení pracovních míst pro případné dolícování součástí, jejichž tolerance náhodně nevyhovují rozměrovému řetězci, patří ke stěžejním nevýhodám. Vhodné je vybavit automatické montážní stroje zařízením na měření úchylek a blokovacím zařízením pro vyřazení nevyhovujících součástí.

1.4.3 Metoda výběrová (selektivní)

Tato metoda je užívána tehdy, je-li požadovaná vůle nebo přesah vzhledem k pracovním podmínkám tak malá, že je z technologického hlediska obtížné dodržet tolerance hlavních rozměrů součástí. V tomto případě se součásti zhotovují s většími tolerancemi a předepsané přesnosti celku se dosahuje přesným měřením a příslušnou volbou vnějších a vnitřních součástí.

Volba se usnadňuje rozdělením součástí do skupin podle jejich skutečných rozměrů (viz obr. 12.13). Dané skupiny se vytvoří rozdělením tolerančních polí spojovaných součástí na stejný počet dílů. Charakteristickými příklady užití metody mohou být valivá ložiska, vstřikovací čerpadla, montáž pístních čepů s písty, montáž kroužků a pístů s válci motorů apod. Metoda se dělí na montáž s předběžným výběrem součástí do rozměrových skupin, a to s úplným výběrem (třídění všech součástí) a částečným (třídění vybraných součástí) výběrem.



Obr. 12.13 Princip výběrové metody na příkladu čepu a pouzdra

Nevýhoda metody spočívá ve vyšší rozpracovanosti montáže (četnost výskytu jednotlivých rozměrů součástí vhodných k montáži není vždy stejná) a v nutnosti měření všech součástí při jejich třídění do skupin.

1.4.4 Metoda kompenzační (pevný člen)

Metoda kompenzační využívá možnosti dosažení tolerance závěrného členu, a to vložením určitého počtu kompenzačních prvků do rozměrového řetězce. Vůle se vymezí vložením pevného kompenzátoru potřebných rozměrů.



Výhoda metody je především v odstranění dodatečného přizpůsobování závěrných členů rozměrového řetězce. Nevýhodou je zvýšení počtu členů řetězce. Metoda se využívá zejména v kusové a malosériové výrobě v případech, kdy přizpůsobovací práce na montáži by byly značně nákladné.

1.4.5 Metoda regulační (pohyblivý člen)

Metoda je založena na obdobném principu jako metoda kompenzační a tudíž využívá možnosti dosažení tolerance závěrného členu, a to změnou polohy určeného členu rozměrového řetězce (tzv. pohyblivý konstrukční kompenzátor). Pohyblivou kompenzační součástí může být např. stavěcí lišta, klín ve vodicích saních soustruhu, mechanismus regulace polohy vnějšího kroužku válečkového ložiska apod. Výhody a nevýhody metody jsou obdobné jako u metody kompenzační.

1.4.6 Metoda lícování

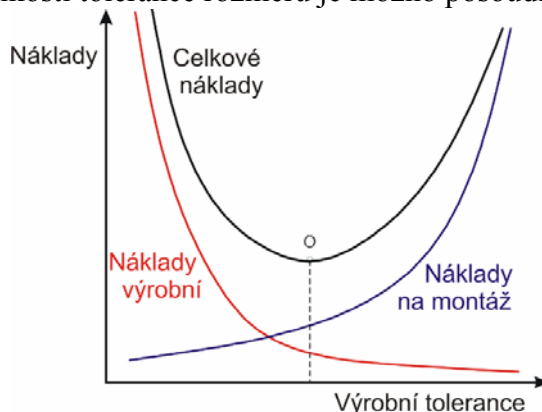
Tato metoda se používá v případech, kdy funkční požadavky na mechanismus zaručí pouze taková přesnost, kterou není možné ekonomicky dosáhnout při dané úrovni výroby. Součásti jsou vyrobeny s ekonomicky přípustnými rozšířenými tolerancemi a přesnosti mechanismu se pak dosáhne dodatečným přilícováním jednoho z předem vybraných součástí. Součást, u které se změnou jejího rozměru dosáhne konečné přesnosti spojení, se nazývá vyrovnávací neboli kompenzační. Přilícování se provádí pilováním, smirkováním, zaškrabáváním, broušením nebo leštěním.

Výhoda metody spočívá v dosažení předepsané přesnosti montáže při poměrně širokých tolerancích všech členů spojení a oproti jiným metodám nižších nákladech na strojní vybavení. Nevýhodou metody jsou dodatečné přizpůsobovací práce na montáži a potřeba vyšší kvalifikace operátorů, kteří tyto práce provádějí. Metoda lícování je používána v kusové a malosériové výrobě a při opravách strojů.

1.5 PŘESNOST VÝROBY A JEJÍ VLIV NA NÁKLADY MONTÁŽE

Značný podíl pracnosti při montáži připadá na přizpůsobovací práce. Jejich omezení, nebo v ideálním případě úplné vyloučení, závisí na kvalitě výroby spojovaných součástí a jejich přesnosti. Pod pojmem přesnost je nutno komplexně vnímat velikost tolerancí úchylek rozměrů, tvarů a polohy ploch. Právě volba přesnosti je závažným problémem pro každého konstruktéra.

Nároky výroby na přesnost jsou rozdílné podle druhu výrobku a typu výroby. Rozměrová tolerance je rozdíl mezi horním mezním rozměrem a dolním mezním rozměrem. Závislost výrobních nákladů na velikosti tolerance rozměrů je možno posoudit z obr. 12.14.



Obr. 12.14 Závislost nákladů na výrobní toleranci součástí



Na obrázku je zřejmý hyperbolický nárůst nákladů na výrobu součástí při zmenšování jejich rozměrových tolerancí a progresivní růst nákladů na jejich montáž při zvětšování rozměrových tolerancí. Poloha minima křivky celkových nákladů (součtová křivka) je závislá na tvaru obou dílčích křivek, a to na křivce nákladů na výrobu a montáž. Minimum na součtové křivce určuje velikost optimální tzv. **hospodárné tolerance**.



2 KONTROLNÍ OTÁZKY

- Jaké znáte rozdělení montážních činností?
- Jak se člení montážní proces?
- Jaké jsou druhy montáže?
- Popište rozčleněnou a soustředěnou montáž
- Jaký je rozdíl mezi proudovou a předmětnou montáží?
- Jaké znáte metody montáže?
- Popište metodu částečné a úplné vyměnitelnosti součástí?
- Jaký je rozdíl mezi kompenzační a regulační metodou montáže?



3 PŘEDNÁŠKOVÝ TEXT SE VZTAHUJE K TĚMTO OTÁZKÁM.

- 30. Základní principy montáží, druhy a způsoby montáží



4 POUŽITÁ LITERATURA

- [1] BILÍK, O. *Obrábění I. (2.Díl): Fyzikálně mechanické záležitosti procesu obrábění*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 2002. 80 s. ISBN 80-248-0033-0.
- [2] BILÍK, O. *Obrábění II. (1.Díl): Fyzikálně mechanické záležitosti procesu obrábění*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 1994. 132 s. ISBN 80-7078-228-5.
- [3] BILÍK, O. *Obrábění II. (2.Díl)*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 2001. 118 s. ISBN 80-7078-994-1.
- [4] BRYCHTA, J. *Obrábění I. Návod pro cvičení 1. část*. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 1998. 84 s. ISBN 80-7078-436-9.
- [5] BRYCHTA, J. *Obrábění I. Návod pro cvičení 2. část*. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 1998. 120 s. ISBN 80-7078-470-9.
- [6] BRYCHTA, J. *Výrobní stroje obráběcí*. Ostrava: Vysoká škola báňská - TU Ostrava, 2003. 150 s. ISBN 80-248-0237-6.
- [7] HOFMAN, P. *Technologie montáže*. Plzeň: Vydavatelství Západočeské univerzity Plzeň, 1997. 90 s. ISBN 80-7082-382-8.
- [8] KOČMAN, K. *Speciální technologie obrábění*. Brno: PC-DIR Real, s.r.o., 1993. 213 s. ISBN 80-214-1187-2.
- [9] KOČMAN, K., PROKOP, K. *Technologie obrábění*. Brno: Akademické nakladatelství CERN Brno, s.r.o., 2001. 274 s. ISBN 80-214-196-2.
- [10] KRÍŽ, R., VÁVRA, P. a kol. *Strojírenská příručka*. Praha: Scientia, spol. s r. o., 1996. 220 s. ISBN 80-7183-024-0.
- [11] TICHÁ, Š. *Strojírenská metrologie část 1*. Ostrava: Vysoká škola báňská –TU Ostrava, 2004. 112 s. ISBN 80-248-0672-X.
- [12] VIGNER, M., PŘIKRYL, Z. a kol. *Obrábění*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1984. 808 s.
- [13] VLACH, B. a kol. *Technologie obrábění a montáží*. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1990. 472 s. ISBN 80-03-00143-9.
- [14] HAVRILA, M., ZAJAC, J., BRYCHTA, J., JURKO, J. *Top trendy v obrábění 1. část – Obráběné materiály*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2006. ISBN 80-968954-2-7.
- [15] JURKO, J., ZAJAC, J., ČEP, R., *Top trendy v obrábění 2. část – Nástrojové materiály*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2006. ISBN 80-968954-2-7.
- [16] VASILKO, K., HAVRILA, M., NOVÁK – MARCINČIN, J., MÁDL, J., ZAJAC, J. *Top trendy v obrábění 3. část – Technologická obrábění*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2006. ISBN 80-968954-2-7.
- [17] MONKA, P., PAULIKOVÁ, A. *Top trendy v obrábění 4. část – Upínanie, prípravky a meradlá*. Žilina: MEDIA/ST, s. r. o., 2007. ISBN 80-968954-2-7.
- [18] PŘIKRYL, Z., MUSÍLKOVÁ, R. *Teorie obrábění*. Praha : SNTL – Nakladatelství technické literatury, n. p., 1971. 200 s.
- [19] HUMÁR, A. *TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 1. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia "Strojírenská technologie". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2003. 138 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-1cast.pdf>.
- [20] HUMÁR, A. *TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 2. část*. Studijní opory pro magisterskou formu studia "Strojírenská technologie". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2004. 94 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-2cast.pdf>.



- [21] HUMÁR, A. *TECHNOLOGIE I TECHNOLOGIE OBRÁBĚNÍ – 3. část*. Interaktivní multimediální text pro bakalářský a magisterský studijní program "Strojírenství". Brno: VUT Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2005. 57 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/TI_TO-3cast.pdf>.
- [22] HUMÁR, A. *Výrobní technologie II* [online]. Studijní opory pro podporu samostudia v oboru "Strojírenská technologie" BS studijního programu "Strojírenství". VUT v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2002. 84 s. Dostupné na World Wide Web: <http://www.fme.vutbr.cz/opory/pdf/VyrobniTechnologie_II.pdf>.
- [23] AB SANDVIK COROMANT - SANDIK CZ s.r.o. *Příručka obrábění - Kniha pro praxe*. Přel. M. Kudela. 1. vyd. Praha: Scientia, s. r. o., 1997. 857 s. Přel. z: Modern Metal Cutting - A Practical Handbook. ISBN 91-97 22 99-4-6.
- [24] STEPHENSON, D. A., AGAPIOU, J. S. *Metal Cutting Theory and Practice*. New York: Marcel Dekker, Inc., 1996. 905 s. ISBN 0-8247-9579-2.
- [25] VASILKO, K., NOVÁK – MARCINČIN, J., HAVRILA, M. *Výrobné inžinierstvo*. Prešov: Technická univerzita v Košiciach, Fakulta výrobných technológií so sídlom v Prešove, 2003. 424 s. ISBN 80-7099-995-0.
- [26] PILC, J., STANČEKOVÁ, D. *Základy stavby obrábacích strojů*. Žilina: Žilinská univerzita v Žilině, 2004. 110 s. ISBN 80-8070-281-0.
- [27] VASILKO, K., HRUBÝ, J., LIPTÁK, J. *Technológia obrábania a montáže*. Bratislava: Alfa, š. p., 1991. 494 s. ISBN 80-05-00807-4.

