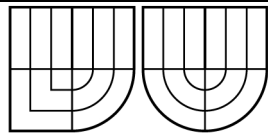


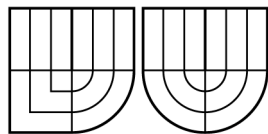
Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Str. 1

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY



FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

ÚSTAV VÝROBNÍCH STROJŮ, SYSTÉMŮ A ROBOTIKY



FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

INSTITUTE OF PRODUCTION MACHINES, SYSTEMS AND ROBOTICS

DESKRIPCE TYPŮ OCHRANNÝCH KRYTŮ POUŽÍVANÝCH U OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

DESCRIPTION OF TYPES OF GUARDS USED IN MACHINE TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE





AUTHOR

MIROSLAV ŠMĚTKA

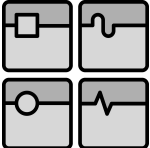
VEDOUcí PRÁCE

SUPERVISOR

ING. PERT BLECHA, PH.D.

 	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 3
 	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Zadání oboustranně

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 5
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ABSTRAKT

Tato práce se zaměřuje na popis typů ochranných krytů, které jsou používány u obráběcích strojů. Hlavním cílem je rozdělení krytů na kryty vnější, které se při obrábění nepohybují a kryty vnitřní, které se pohybují v jedné ose a kryty pohybující se ve dvou osách a jejich konkrétní příklady.

Klíčová slova

Kryty obráběcích strojů, teleskopické kryty, bezpečnost

ABSTRACT





This bachelor thesis is focused on description of types of guards used in machina tools. The main aim of this thesis is to make a division of guards to outer guards which are not movable during the machining and the guards which are movable in one direct or guards which move in two axes and their concrete examples.

Key words

Guards in machine tools, telescopic guards , safety

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

ŠMÉTKA, Miroslav. *Název: Deskripce typů ochranných krytů používaných u obráběcích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2007. 17 s., Ing. Petr Blecha, Ph.D.

		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 6
		BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

PROHLÁŠENÍ





Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma deskripce typů ochranných krytů používaných u obráběcích strojů vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených na seznamu, který tvoří přílohu této práce.

Datum 23. 5. 2008

.....
Miroslav Šmětka

Obsah

1. Úvod	8
2. současný stav řešené problematiky	9
2.1 Základní rozdělení krytů	9
3. Vnitřní a vnější kryty	9
Rozdělení krytů podle pohybu při obrábění	10
4. Nepohybující se kryty	10
4.1 Stanovení rizika při návrhů krytů	10
4.2 Proces stanovení rizika	10
4.3 Určení nebezpečnosti zařízení a úloh	11
4.4 Odhadnutí rizika	11
4.5 Uvažování během odhadování rizika.....	11
4.6 Určení opatření ke snižování rizika.....	11
4.7 Odstranění a omezení nebezpečí při konstrukci	12
4.8 Včlenění technologií ochranných krytů	12
4.9 Hierarchické pořadí opatření pro redukci rizika.....	12
4.10 Příklady vnějších krytů.....	12
5. Kryty pohybující se v jedné ose	14
5.1 Teleskopické kryty	14
5.1.1 Stěrače	16
5.2 Ochranné měchy	17
5.3 Roletové kryty.....	18
5.4 Stírací rámečky.....	20
5.5 Krytování spirálovým pružným krytem.....	20
6. Kryty pohybující se ve dvou osách.....	21
6.1 X-Y krycí systémy s pohyblivými lamelami	21
6.2 Square sliding cover	22
7. závěr	23
8. Použitá literatura	25

 	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 8
 	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

1. Úvod

Neodpovídající opatřování strojů kryty může velmi často vést k vážným zraněním či dokonce úmrtí. Úrazové statistiky NSC (National Safety Council) ukazují za posledních 10 let průměrně 8% ze všech úmrtí v pracovním procesu, jejichž příčinou byly vážné úrazy způsobené rozdrčením nebo jiným rizikovým kontaktem s průmyslovými stroji. Tyto vážné úrazy mohou odstraněny důkladným zhodnocením předpokladu vzniku rizika, určením stupně přijatelného rizika a aplikováním vhodných ochranných krytů [1].

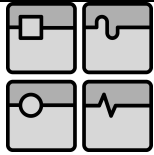
Ochranné kryty představují tradiční formu krytí všech pohyblivých částí stroje, jako například vodících drah, vřeten, hřídelí, sloupků a jiných citlivých částí obráběcích strojů, které:

- chrání vodící plochy strojů proti třískám a řezným kapalinám,
- jsou ekologické (zabraňují úniku provozních kapalin)
- snižují hladinu hluku
- zvyšují čistotu na pracovišti
- zabraňují mechanickým poškozením vodících ploch strojů,
- zvyšují životnost strojů,
- opticky zaoblují celkový vzhled stroje,
- pomáhají zabraňovat úrazům
- jsou většinou pohyblivé a usnadňují tak přístup k opracovaným výrobkům a nástrojům [6].

Za několik desetiletí se situace rapidně změnila, jelikož došlo k rozmachu automatizace a robotiky. Množství a provedení různých ochranných krytů závisí na úrovni interakce člověka. Obráběcí stroje, které vyžadují omezenou interakci člověka, redukují množství ochranných krytů, současně ovšem roste i důvěra v parametry ochranných krytů takových strojů (které se paradoxně snižují kvalitativně). Normy pro ochranné kryty výrazně přenesly zodpovědnost za určení rizika a uplatnění omezení rizika ochrannými kryty z výrobce obráběcích strojů na koncového uživatele. V důsledku toho nastává situace, kdy uživatel dostane strojní zařízení zcela bez ochranných krytů [1].

Vzhledem k neustálému zvyšování výkonových parametrů pohonů nabývá na důležitosti správně navržené krytování pohybových os obráběcích strojů. Kryty musí být dostatečně těsné, aby zabránily proniknutí třísek a chladicí kapaliny do prostoru pohonů, ale musí mít malé pasivní odpory a hmotnost, aby neovlivnily dynamiku osy.

Je žádoucí, aby kryty nezabíraly mnoho místa, což je kritický požadavek obzvláště u malých strojů. V neposlední řadě se od krytu očekává tichý chod, vysoká spolehlivost a dlouhá životnost [2].



2. současný stav řešené problematiky

2.1 Základní rozdělení krytů

Ochranné kryty rozeznáváme podle funkce na:

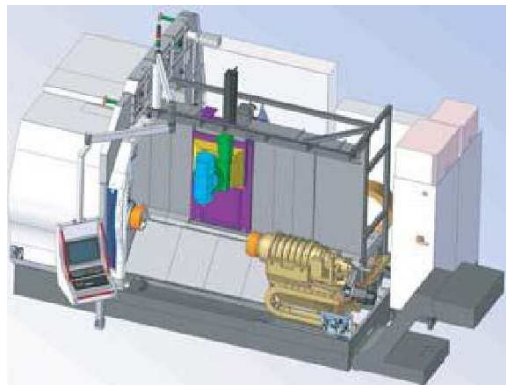
- vnitřní
- vnější

Kryty můžeme dále dělit podle pohybu v osách během provozu stroje na:

- Nepohyblivé
- Kryty pohybující se v jedné ose
 - teleskopické kryty
 - ochranné měchy
 - roletové kryty
 - stírací rámečky a krytování spirálovým pružným krytem
- Kryty pohybující se ve dvou osách
 - X – Y kryt s pohyblivými lamelami
 - Square sliding cover

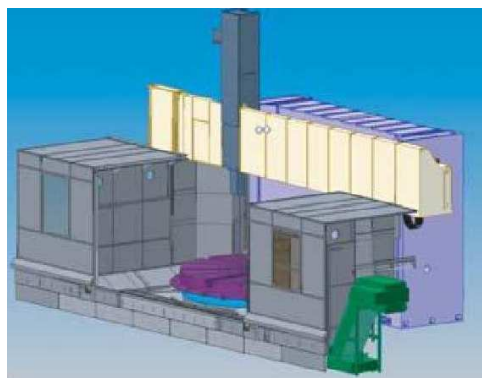
3. Vnitřní a vnější kryty

- ✓ vnitřní kryty - oddělují pohybové mechanismy od pracovního prostoru. Skládají se z teleskopických krytů a teleskopické stěny (viz **Obr. č.1**).







Obr. č.1: Vnitřní ochranné kryty [6] .

- ✓ vnější kryty – tvoří rozhraní mezi vnějším okolím a pracovním prostorem (viz **Obr. č.2**).



Obr. č.2: Vnější ochranné kryty [6] .

 	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 10
 	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Rozdělení krytů podle pohybu při obrábění

4. Nepohybující se kryty

Jedná se převážně o kryty vnější, které bývají vyrobeny z ocelových plechů a průzorem s bezpečnostním sklem. Jejich hlavní funkcí je zabránění odlétání třísek a řezné kapaliny ven z pracovního stroje, proto se s nimi během obrábění nesmí manipulovat. Musí být dimenzovány tak, že v případě havárie musí udržet případné nebezpečné části uvnitř stroje. Při jejich konstrukci se vychází z rizik, které mohou nastat za běhu obráběcího stroje.

4.1 Stanovení rizika při návrhů krytů

Z historického hlediska je tradičně stanovení rizika podmíněno třemi základními kroky

- ✓ identifikace
- ✓ zhodnocení
- ✓ řízení

Přijatelné riziko je v směrnici ANSI B11.TR3 definováno jako riziko, které je přípustné pro zadané úkoly a nebezpečné kombinace. Základní cíl stanovení přijatelného rizika zahrnuje analýzu úkolů zařízení a včlenění bezpečnostních návrhů a změn, které umožňují jak zlepšenou produktivitu, tak i schopnost údržby.

4.2 Proces stanovení rizika

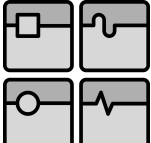
Nejlépe pochopíme proces stanovení rizika, když si ho rozdělíme na 5 následujících kroků

- 1) Shromáždit specifikace zařízení
- 2) Určit omezení obráběcích strojů
- 3) Určit nebezpečnost zařízení a úkolů
- 4) Odhadnout riziko
- 5) Určit, zda je riziko přijatelné

ad 1) Specifikace zařízení a historická data musí být shromážděny na počátku procesu stanovení rizika. Typická data specifikace zařízení musí zahrnovat: a) systémová označení, b) technické výkresy, c) systémy rozvržení diagramů, d) informace o zdroji energie, e) historická data úrazů, f) expanzi integrace v budoucnosti.

ad2) oblasti omezení zařízení musí být zhodnoceny před zavedením procesu stanovení rizika - existuje pět základních oblastí:

1. Použití omezení je určeno zhodnocením určeného použití každého stroje včetně rychlosti produktivity, doby cyklu, provozní rychlosti, síly, použitých materiálů a počtu zahrnutých osob.
2. Prostorová omezení jsou určena analýzou rozpětí pohybu stroje, požadavků na postačující prostor, nutného prostoru pro rutinní údržbu a prostorové požadavky pro řídicí pracovníky.
3. Časová omezení jsou určena analýzou intervalů údržby pro mechanické, elektrické a pneumatické části, očekávané životnosti nástroje, intervalů mazání, plnění kapalin a pravděpodobné životnosti.

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 11
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4. Environmentální omezení jsou určeny analýzou teploty a vlhkosti a stupněm hladiny vytvořeného hluku.
5. Omezení vzájemného vztahu jsou určena analýzou vzájemného vztahu obráběcího stroje s jiným strojem či pomocnými zařízeními a zdroji energie.

4.3 Určení nebezpečnosti zařízení a úloh

Všechny obráběcí stroje by měly být prozkoušeny k určení, zda nejsou zdrojem nebezpečných situací nebo nebezpečí díky pracovním úkolům. Během tohoto procesu hodnocení musí být zváženy všechny cykly obráběcího stroje – instalace, uvedení do provozu, správný provoz a nefunkčnost, údržba a vyřazení z provozu.

4.4 Odhadnutí rizika

Tento krok zahrnuje vývoj modelu stanovení rizika. Existuje mnoho možností a specializovaných modelů, které jsou vyvíjeny pro určité situace. Např. modely, které zahrnují jen dvě kategorie kvůli komplexnosti rozvoje a použití 3-D modelů. Tyto dvě základní kategorie modelů stanovení rizika zahrnují závažnost poškození a pravděpodobnost vzniku.

Obvyklé vzory úrovní závažnosti a jsou definovány jako :

- a) katastrofické : s trvalými, nemoci či smrti
- b) vážné : se závažnými následky, schopnost návratu k pracovní činnosti.
- c) mírné : závažné úrazy či nemoci vyžadující významnější ošetření než první pomoc
- d) méně důležité : zranění vyžadující pouze první pomoc

Příklady úrovní pravděpodobnosti vzniku :

- a) nejspíš
- b) pravděpodobně
- c) nepravděpodobně
- d) náhodně

Další kategorií je délka expozice nebezpečí, což zahrnuje body jako četnost a trvání nebezpečných expozic, rozsah expozice a počet vystavených osob.

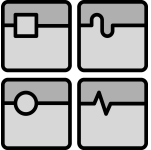
4.5 Uvažování během odhadování rizika

Proces odhadnutí rizika by měl vzít v úvahu všechny pracovní metodologie a režimy řízení, kde je nutné pozměnit nebo přerušit ochranná opatření. Odhad rizika by se měl opírat o expertízu a zdůvodněný odhad jednotlivců z různých disciplín.

Nicméně, zmínění jednotlivci mohou být při odhadování rizika zaujati. K minimalizaci tohoto faktoru je nutné, aby osoba zvolená ke koordinaci projektu odhadnutí rizika vykazovala na jedné straně vůdčí schopnosti a na druhé straně výbornou orientaci v lidských vztazích, aby bylo docíleno skupinové shody .

4.6 Určení opatření ke snižování rizika

Úroveň rizika je odvozena z procesu odhadnutí rizika. Opatření pro omezení rizika by měla být aplikovaná v hierarchickém pořadí. Prvním krokem by mělo být odstranění nebo omezení všech rizik, další opatření pro omezení rizika zahrnuje včleněné technologie

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 12
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

ochranných krytů k řízení kontroly. Podpůrné aktivity k redukcí nebezpečí jako administrativní řízení a používání osobních ochranných prostředků by měly být využity pro rozšíření nižší úrovně primárních aktivit.

4.7 Odstranění a omezení nebezpečí při konstrukci

Odstranění nebezpečí při konstrukci a technologie ochranných krytů mají největší dopad na závažnost poškození a malý, nebo žádný vliv na expozici. Příklady:

- a) substituce méně toxických/nebezpečných látek
- b) modifikace rysů obráběcích strojů
- c) omezení energetických strojů
- d) omezení výskytu nebezpečí

4.8 Včlenění technologií ochranných krytů

Dodavatelé a uživatelé strojních zařízení spolu musí zodpovědně spolupracovat při stanovení a omezení rizika. Problematika je prezentována ve čtyřech úrovních.

1. úroveň

nejúčinnější omezení rizika

Upevněné ochranné kryty strojů se speciální sponou

Uzamčené ochranné kryty strojů

Ochranné kryty samočinně kontrolované ochrannými řídicími obvody

2. úroveň

Nastavitelné ochranné kryty stroje

Samonastavitelné ochranné kryty strojů, které nevyžadují zásah obsluhujícího pracovníka.

3. úroveň

Upevněný a nastavitelný kryt stroje bez elektronického ovládání obvodů.

Ovládací jednotky stroje a rozhraní s manuální kontrolou obvodů řízení stroje

4. úroveň

nejméně účinná

Uvědomění si zábran – dotekové či vizuální uvědomění si nebezpečí možného rizika

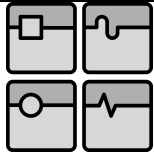
4.9 Hierarchické pořadí opatření pro redukcí rizika

Řaženo sestupně od podpůrných aktivit k redukcí nebezpečí k primárním aktivitám k redukcí nebezpečí

- Použití osobních ochranných prostředků
- Včleněná administrativní opatření
- Včleněné technologie ochranných krytů
- Odstranění a redukce rizika při projektování [1].

4.10 Příklady vnějších krytů

V dnešní době je standardní výbavou CNC obráběcích strojů kryt vyrobený ohýbáním plechů z konstrukční oceli s průzorem zhotoveným z bezpečnostního skla nebo speciálního plastu. Vlastní konstrukce krytu je plně závislá na daném případě obráběcího stroje.



Obr. č. 3: CNC soustruh typ SF 55 CNC [8].

Průzor bývá nejčastěji slabým místem ochranného krytu a proto se podrobuje balistickým zkouškám kdy průzor testujeme vstřelováním projektilu malých ráží. Ty simulují případ havárie v praxi. Je důležité správné určení strany nástřelu.



Obr. č. 4: Nástřely do průzoru při balistických zkouškách[7].

U krytování obráběcích center si můžeme povšimnou snahy vytvořit pomocí krytu kompaktní stroj budící pocit čistoty a bezpečí. Kryt zabraňuje jakémukoli kontaktu obsluhy s pohyblivými součásti stroje.



Obr. č. 5: Obráběcí centra FERMAT MCVF-600 [8].

5. Kryty pohybující se v jedné ose

Kryty tohoto typu mohou být vyrobeny z ocelových nebo nerezových plechů, plastů, pryže nebo umělých tkanin. Tento typ krytování chrání pouze jednu pohybovou osu stroje. Má-li stroj více pohyblivých os, u kterých je nutné použít krytování vedení, je nutné každou tuto osu opatřit vlastním krytem [3].

5.1 Teleskopické kryty

Nejběžnějším typem krytování je teleskopický kryt (**Obr. č. 7**). Je složen z plechových segmentů, které obepínají vedení. Teleskopické ocelové kryty není snadné vyrobit. Výroba vyžaduje vysoce kvalitní materiály a součásti a také sofistikované výrobní technologie. Skládají se z několika do sebe zasunutých dílů, pro vyšší posuvové rychlosti (od 50 do 140 m.min⁻¹) jsou opatřeny rozvracím mechanismem pro vázaný pohyb jednotlivých dílů. U nižších posuvových rychlostí (do 50 m.min⁻¹) a menších hmotností se u teleskopických krytů vystačí pouze s tlumiči nárazů [3]. Použitá ocel je velmi kvalitní z hlediska plochosti, odolnosti proti korozi a odolnosti proti opotřebení. Tloušťka se pohybuje od 1,5 do 3 mm. Teleskopické ocelové kryty mohou být vyrobeny i z nerezové oceli.

U těžkých krytů:

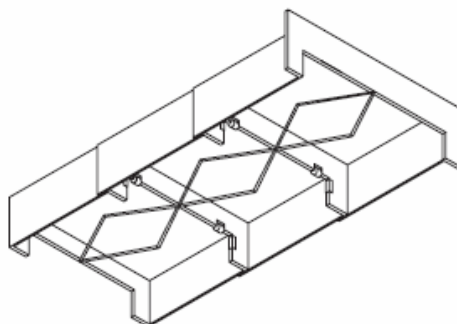
- nad 110 kg u horizontálních krytů,
- nad 70 kg u čelních nebo vertikálních krytů se přidávají speciální podpěry pro snadné a bezpečné zvedání.

Při vysokých rychlostech nebo hmotnostech se používají speciální ložiska pro hladký a tichý pohyb. Teleskopické ocelové kryty s ložisky vyžadují temperovaná nebo pomocná vodítka.

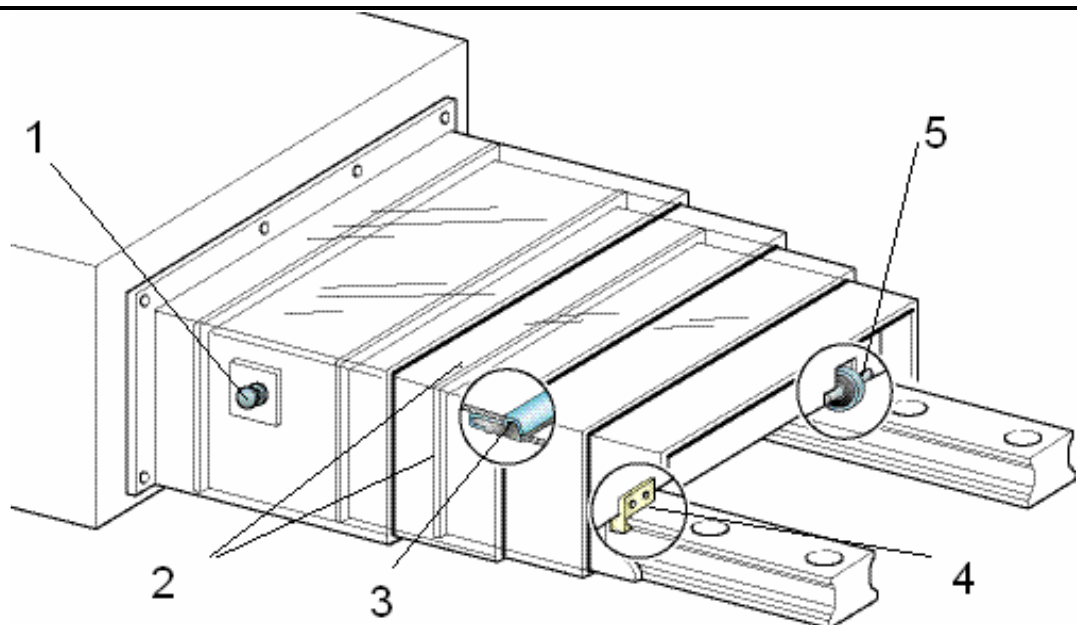
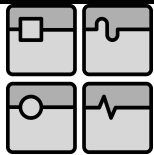
Kompaktní nízkorychlostní teleskopické ocelové kryty jsou vybaveny speciálními mosaznými nebo nekovovými vodítky proti tření. Speciální mosazná vodítka se sníženým koeficientem tření nebo stěrače s polyuretanovou lištou jsou podle uvážení technika na základě rychlosti, požadavků na těsnění a rozměrů vsunuta do stran teleskopického ocelového krytu.

Tvary teleskopických krytů závisí na tvarech krytované plochy stroje.[3]

Pro zajištění rovnoměrného roztahu jednotlivých elementů teleskopického krytu lze použít pantografový systém (**obr. 6**). Jde především o aplikace, kde si celková konstrukce krytu pantografový systém vyžaduje a posuvné rychlosti přesahují 20 m/ min [5].



Obr. č. 6: Teleskopický kryt s pantografovým systémem [5].



Obr. č. 7: Teleskopický kryt [6].

Popis obrázku č. 3:

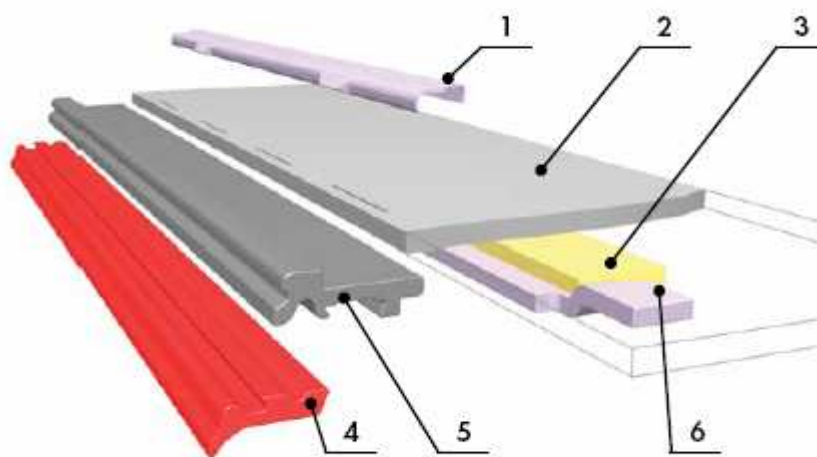
1. **Manipulační úchyty** – s ohledem na použitý materiál a rozměry krytu mohou kryty dosahovat hmotnosti několika set kilogramů. Při montáži je proto nutné použít zdvihací techniku.
2. **tlumiče nárazu** umožňují práci ve vyšších rychlostech, snižují hladinu hluku a opotřebení (snižují nárazy mezi jednotlivými díly při pohybu): Tlumiče nejsou nutné pokud je kryt vybavený pantografovým systémem který zajistí rovnoměrný chod všech částí.
3. **stěrače**
4. mosazná nebo nekovová **vodící kluzátka a rolny** které pomáhají nést hmotnost krytu po lineárním pojezdu a zamezují jeho vybočení do stran
5. **ložiska** pro hladký a tichý chod

Teleskopické kryty mohou být dále vybaveny nášlapnými plošinami, které jsou vždy umístěny na prvním elementu teleskopického krytu. Tento první element se proto musí speciálně vyztužit, aby byl schopen unést váhu člověka. Nášlapné plošiny se na teleskopický kryt instalují především z důvodu snadnosti přístupu ke stroji a obrobku pro obsluhu a údržbu stroje. Protože obráběcí stroje často používají k chlazení nástroje chladící kapaliny, povrch všech vnějších částí stroje se stává velice kluzkým a pro obsluhu nebezpečným. Povrch nášlapné plošiny je proto záměrně upraven tak, aby nedošlo k uklouznutí obsluhy a následnému vážnému zranění [5].

5. 1. 1 Stěrače

Jednu z nejdůležitějších funkcí teleskopického krytu zajišťují stěrače. Ty udržují povrch čistý a pomáhají předcházet tomu, aby se třísky dostaly do zakrytovaného prostoru. Zde je potom odolnost proti žhavým třískám a chladícím prostředkům důležité kritérium. Jsou tedy vyrobeny z polyuretanu s (nebo bez) ochranou z nerezové oceli proti žhavým třískám.

Aby se snížily náklady na údržbu stroje, je nutno co nejvíce zkrátit dobu odstávky při závadě. Proto se vývoj v oblasti krytování zaměřuje na systémy výměny stěračů (**Obr. č. 8**). Speciální úchyty umožňují bezproblémovou výměnu opotřebovaného stěrače bez nutnosti demontáže celého krytu a tím zkracují čas potřebný pro opravu [6].

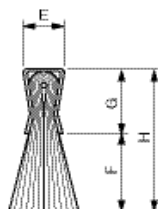


Obr. č. 8: Schématické znázornění principu a postupu výměny stíracího profilu [6].

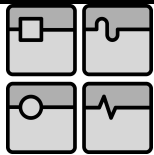
Schématické znázornění principu a postupu výměny stíracího profilu:

- 1) pružinová spona,
- 2) plech krytu,
- 3) tlumení,
- 4) stírací profil,
- 5) nosný profil,
- 6) pevný držák

V některých případech můžeme nahradit stěrače stíracími kartáči (**Obr. č. 9**). Ty mají nosnou část z pozinkované oceli a štětiny z nylonu nebo z mosazi. Stírací kartáče se vyznačují jednoduchou montáží a nižší cenou.



Obr. č. 9: Nákres stíracího kartáče [5].



5. 2 Ochranné měchy

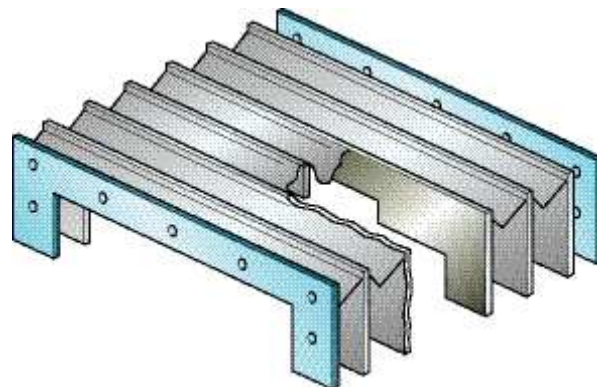
Tyto kryty jsou vzhledem ke své nepatrné hmotnosti vhodné pro krytování částí stroje pohybujících se s vyššími rychlostmi a zrychleními [3].

Materiálem, který je používán jako nosný, může být například sklolaminát, polyester, kevlar, přičemž k povrchové úpravě horní strany jsou používány materiály jako PVC, teflon nebo polyuretan, a povrchová úprava dolní strany se provádí například pomocí PVC nebo polyuretanem. Tyto úpravy slouží ke zvýšení životnosti měchu.

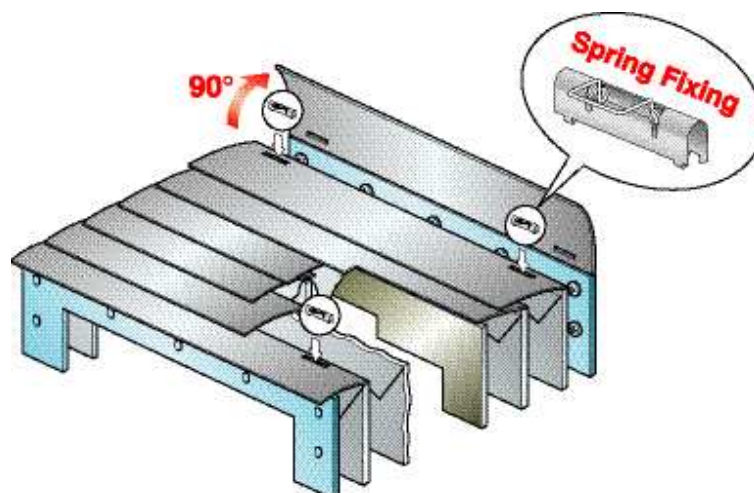
V závislosti na použitých materiálech mohou měchy pracovat při teplotách $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ až $140\text{ }^{\circ}\text{C}$ a krátkodobě až $350\text{ }^{\circ}\text{C}$, mohou být odolné vůči drobným jiskrám nebo mají chemickou odolnost vůči olejům. V případě vyšších nároků na prostředí se kryty opatřují lamelami, které mohou být uloženy pevně nebo pohyblivě.

Příklady použití:

- Vertikální ochrana proti zásahu.
- Oddělení skladovacích prostor od meziskladovacích prostor.
- Ochrana osob při použití ve stříhacích zvedacích stolech [4].

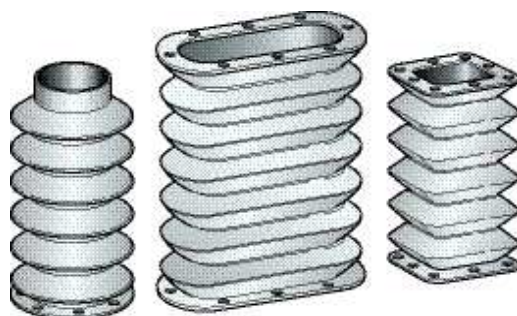


Obr. č. 10: Základní provedení měchu [4].

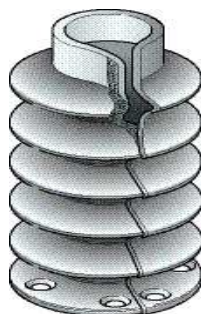


Obr. č. 11: Ochranné měchy s pohyblivými nebo pevně montovanými lamelami [4].

Měchy mohou být různých tvarů – hranaté, oválné a kruhové. Podle způsobu výroby máme například válcové měchy šité, které jsou ochranným konvekčním tvarovaným krytem s univerzálním použitím splňující vysoké mechanické a dynamické nároky, dále měchy vyráběné svařováním za tepla – těsnící skládané měchy vhodné jako absolutně bezpečná ochrana před prachem, tekutinami pro vřetena, závity apod. (**Obr. č. 12**), a tzv. měchy skládané, tvarované za tepla, které lze použít tam, kde hrozí silné mechanické opotřebení a kde se vyžaduje vysoká odolnost vůči extrémním teplotám. Skládaný měch lze vyrobit také podélným otvíráním. Tato vlastnost je důležitá v případech, kdy je teplotně tvarovaný kryt nutné montovat dodatečně, aniž by při tom musel být demontován krytý díl (**Obr. č. 13**).



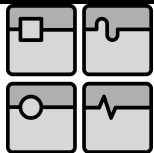
Obr. č. 12: Těsnící skládaný měch [4].



Obr. č. 13: Teplem tvarovaný skládaný měch [4].

5. 3 Roletové kryty

Rolovací krytování má stejně jako skládané měchy nízkou hmotnost a lze je tedy použít u obráběcích strojů, které pracují s vyššími rychlostmi a zrychleními. Pás rolety se vyrábí z vícevrstvé syntetické tkaniny a pryže nebo z tenkého pružného plechu. Nevýhodou tohoto krytu je nízká odolnost vůči vnějšímu zatížení nebo poškození od žhavých třísek. Umístění rolovacího krytování je tedy z těchto důvodů převážně ve svislé poloze, kde nemůže být kryt tolik ohrožen vnějším zatížením, například hmotností třísek [3].

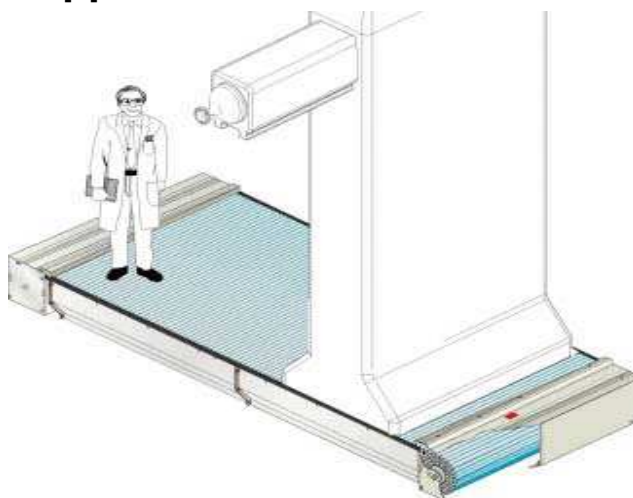


BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



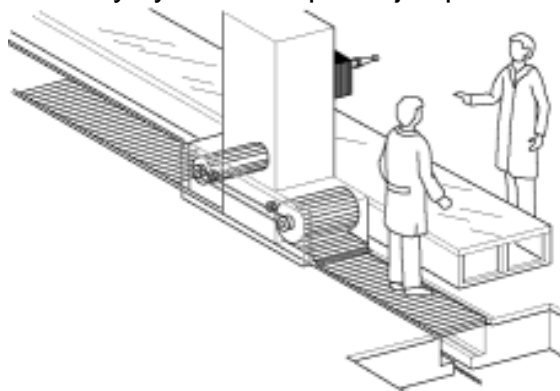
Obr. č. 14: Rolovací kryt opatřený kovovými lištami [3].

Zvláštní úpravou, tzv. krycím pásem typu „J” můžeme uzavírat velké prostory jako jsou například podstavce. Díky mechanickému navíjecímu mechanismu je eliminován hluk nárazů a vibrací. Čištění tohoto pásu zajišťuje postranní vedení roletových koberců k dopravníku třísek. Hlavní funkci při čištění zde však opět zajišťují stěrače. Jestliže se některý s dílů krytu poškodí, není třeba provádět kompletní demontáž pásu i koberců, stačí jen uvolnit postranní šrouby a poškozenou část jednoduše vyměnit [4].



Obr. č. 15: Rolovací kryt s krycím pásem typu „J” [4].

Novinkou jsou roletové kryty s řetězovou funkcí, při nichž zůstává ochranné zařízení během provozu stroje nehybné. Navíjecí mechanismy jsou umístěny v podstavci stroje. Je zde nutný systém kompenzující průměr navinutého krytu [4].

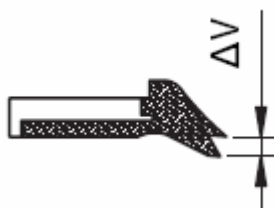


Obr. č. 16: Rolovací kryt s krycím pásem typu „J” [4].

5. 4 Stírací rámečky

Stírací rámečky se vyrábí z nosného kovového rámu, na němž je navulkanizován pryžový stěrač. Rámečky tvarem přesně kopírují profil vedení obráběcího stroje, které stírají. Pomocí otvorů na čelní stěně se stírací rámečky šroubují k valivému nebo kluznému vedení. Při pohybu dochází ke stírání plochy a rámeček tak brání vniknutí drobných nečistot do vnitřního prostoru valivého nebo kluzného vedení. [2]

Pro správnou funkci stěrače je velice podstatná hodnota předpětí (obr. 12), která je u jednotlivých typů označena hodnotou ΔV a je uváděna v milimetrech. Hodnoty předpětí naleznete u jednotlivých typů stěračů.



Obr. č.17: Velikost předpětí nutného pro správnou funkci stěrače [5].

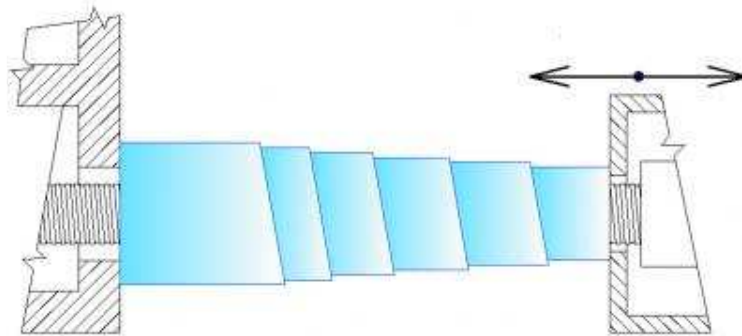
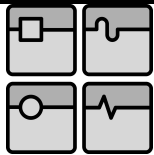
Žhavé třísky, které se při obrábění kovů běžně vyskytují, mohou stěrač nenávratně poškodit a umožnit tak průniku kapalin, třísek a jiných nečistot do pohybového ústrojí obráběcího stroje. Může tak dojít k celkovému zadření pohybového aparátu stroje. Proto lze stěrač vybavit kovovým předstěrákem, který průniku žhavých třísek k samotnému stěrači zabrání [5].



Obr. č.18: Stírací rámeček obsahující kovový rám a navulkanizovaný pražový stěrač [3].

5. 5 Krytování spirálovým pružným krytem

Spirálové kryty jsou vhodné zejména v aplikacích, kde jsou pohyblivé části vystaveny výše uvedenému agresivnímu prostředí, které je navíc skombinováno s vysokou teplotou. Tyto kryty se od ostatních řešení odlišují zejména vysokou bezpečností a výkonností při minimálním požadavku na údržbu. Spirálové kryty, pokud jsou správně vytipované a nainstalované, vykazují velmi dobré těsnící vlastnosti v prostředí s hrubšími třískami, chladícími kapalinami a oleji. Vytváří tak čisté a bezpečné prostředí pro činnost pohybových šroubů, hřídelí, vodících tyčí nebo tlumičů. Mohou zajišťovat horizontální i vertikální aplikace a mohou být, v případě dlouhých zdvihu, řazeny do série. [5]



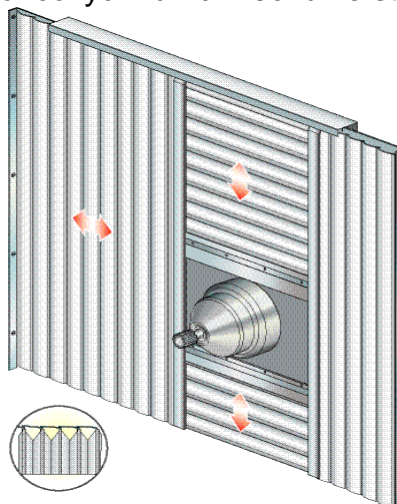
Obr. č.19: Použití spirálového pružného krytu u pohybového šroubu [3].

6. Kryty pohybuující se ve dvou osách

Chrání vedení obráběcího stroje ve dvou osách současně. Konstrukce dvouosého krytu je složitější a dražší než u krytů jednoosých. Z tohoto důvodu není ani použití dvouosého deskového krytu příliš časté [3].

6.1 X-Y krycí systémy s pohyblivými lamelami

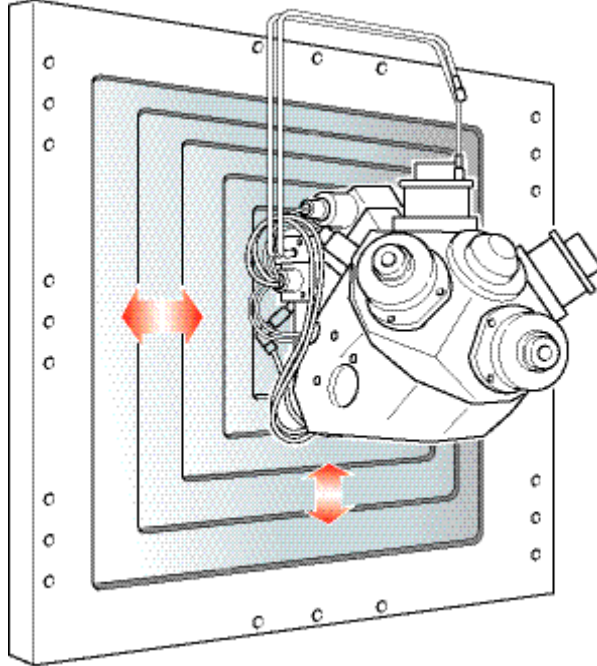
X-Y krycí systémy (s pohyblivě uloženými lamelami) jsou cenově nejvýhodnějším řešením pro ochranu pracovních oblastí v horizontálních pracovních centrech, které neprodukují velká množství horkých třísek. Tento systém se skládá ze dvou horizontálních a dvou vertikálních ze tepla svařovaných krytů - měchů, které jsou pokryty pohyblivě uloženými lamelami z ušlechtilé oceli a garantují optimální vztah mezi cenou a výkonem. Tento systém je navržen pro zrychlení do 1,5 G a provozní rychlosti do 120 m/min. Za tepla svařované kryty se používají pro všechny obráběcí stroje, velmi často jsou používány v obráběcích centrech a všeobecně pro jakýkoliv druh obrábění. K ochraně za tepla svařovaných krytů před horkými třískami je nutné odstínění z kovových součástí, takzvaných lamel. Problém upevnění lamel vyřešila společnost P.E.I. účinně a cenově výhodně. Upevňovací systém Spring Fixing využívá pružin, které jsou upevněny ve speciálně navržených svorkách, což umožňuje, aby k sobě lamely těsně přiléhaly. Tím je zabráněno pronikání znečišťujících částic a třísek. Zároveň lze lamely vychýlit až do pravého úhlu, což značně ulehčuje upevnění koncových rámců měchu ke stroji [4].



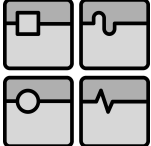
Obr. č.20: X – Y krycí systém s pohyblivými lamelami[4].

6.2 Square sliding cover

Tento systém navržen se zvláštním ohledem na požadavky atypických strojů a malých obráběcích center. Je vyroben z mezičtvercových ploch, které jsou v rozích spojeny mechanismem. Díky jedinečné pohybové geometrii jednotlivých součástí je tento systém obzvláště inovativní a umožňuje lepší využití disponibilního prostoru. Jeho obdobou je systém Round sliding cover kdy jsou segmenty krytu mezidruhové.



Obr. č. 21: kryt square sliding cover [4].

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 23
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

7. závěr





Použití krytů u obráběcích strojů je opodstatněno mnoha důvody, z nichž nejdůležitějším je zamezení vniknutí nečistot, třísek a řezné kapaliny na přesné vodící plochy obráběcího stroje nebo uniku řezné kapaliny ze stroje. Tento požadavek souvisí se zachováním přesnosti, se kterou obráběcí stroj pracuje, a s životností vodících ploch, které ovlivňují přesnost stroje při obrábění. Dalším důležitým důvodem, proč se kryty používají, je splnění bezpečnostních požadavků při provozu obráběcího stroje, což souvisí se zamezením přístupu pracovníka nebo obsluhy stroje k nebezpečným pohyblivým částem stroje, nebo naopak zamezení odlétávání třísek a v případě havárie nebezpečně velkých částí ven z pracovního prostoru stroje. Posledním důvodem je zvyšování nároků na pracovní prostředí a to snižování hladiny hluku na pracovišti, zvýšení čistoty na pracovišti, zvýšené nároky na ekologii (zamezení úniku provozních kapalin a v neposlední řadě také vylepšení estetického vzhledu obráběcího stroje, kdy použité krytování navozuje dojem kompaktnosti celého stroje.

Kryty můžeme dělit na:

- kryty nepohybující se (především vnější kryty oddělující pracovní prostor a prostor okolo stroje),
- kryty pohybující se v jedné ose (především kryty vnitřní jako teleskopické kryty, ochranné měchy, roletové kryty, stírací rámečky a spirálové pružné kryty),
- dvouosé kryty (X – Y krycí systém s pohyblivými lamelami což je 2D případ ochranného měchu a square sliding cover jako varianta 2D řešení teleskopického krytu)

O použití daného typu krytu rozhoduje mnoho požadavků na jeho vlastnosti jako jsou cena, jeho odolnost, rychlost posuvu, garantovaný počet pohybů, hmotnost, vlastností prostředí, teplota a další. Hraničním případem je volba krytu pro lasery. U nízkých úrovní ozáření nebo dávky ozáření je výběr materiálu pro ochranu před laserovým zářením a jeho tloušťky dán především potřebou zajistit dostatečné optické utlumení. Avšak u vyšších úrovní ozáření je dalším důvodem schopnost laserového záření odstraňovat a ničit materiál ochranného krytu – tavením, oxidací nebo hořením, tedy procesy, které mohou vést k proniknutí laserového záření za běžných podmínek neprůhledným materiálem. U krytu jako jsou teleskopické kryty a měchy mohou být buď se spontánně unášenými segmenty, anebo s vynuceným pohybem segmentů. V prvním případě se jednotlivé části pohybují postupně vzájemným tažením nebo tlačáním. Toto řešení je postačující, pokud při provozu stroje nevádí rázy vzniklé dosedáním segmentů. Rázy mohou negativně ovlivnit přesnost polohování osy a životnost krytů. To je u rychlých a přesných strojů nepřijatelné, a proto se začínají stále více uplatňovat systémy, které zajišťují plynulý společný pohyb všech segmentů.

Za několik desetiletí se situace rapidně změnila, jelikož došlo k rozmachu automatizace a robotiky. Množství a provedení různých ochranných krytů závisí na úrovni interakce člověka. Obráběcí stroje, které vyžadují omezenou interakci člověka, redukovávají množství ochranných krytů, současně ovšem roste i důvěra v parametry ochranných krytů takových strojů (které se paradoxně snižují kvalitativně). Normy pro ochranné kryty výrazně přenesly zodpovědnost za určení

		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 24
		BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

rizika a uplatnění omezení rizika ochrannými kryty z výrobce obráběcích strojů na koncového uživatele. Proto je patrná soustředěná snaha výrobců minimalizovat náklady na instalaci, provoz a údržbu krytů zajištěním co nejjednodušší montáže a demontáže krytů jako celku nebo jejich částí. Dále je vidět značný vývoj v oblasti návrhu řešení krytování pro osy s vysokými posunovými rychlostmi a zrychleními.

		Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 25
		BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

8. Použitá literatura

- [1] Roudebush, Clair. Machine safeguarding : a process for determining tolerable risk / Opatřování strojů kryty : proces určování přijatelného rizika. Professional Safety, vol. 50, no. 10, s. 20-24. Dostupné na <http://www.mmspektrum.com>
- [2] HUDEC, Jan, KOLÁŘ, Petr, SULITKA, Matěj. Pohyblivé krytování, kapotáž, design a bezpečnostní prvky strojů a příslušenství. *Seminář SpOS a VCSVTT: Obráběcí stroje na EMO Hannover 2005*. [cit. 2008-04-28], s. 210-214.
- [3] Obráběcí stroje a technologie. *MM Průmyslové spektrum*. 5.12.2007, roč. 2006/07 [cit. 2008-04-28], s. 68. Dostupný z WWW: www.mmspektrum.com.
- [4] katalog firmy VeeM TRADING, s.r.o <http://veem-trading-sro.takeit.cz/?46717>
- [5] katalog firmy Hennlich industrietechnik spol. s.r.o.
(<http://www.g-term.sk/index.php?redakce=2&f=679>)
- [6] katalog firmy HESTEGO s.r.o.
http://www.hestego.cz/index.php?menu=produkty.teleskopicke_kryty
- [7] katalog firmy VOP- 026 Štenberk s.p
http://www.vtuvn.cz/vtuvn_slavicin_cinnosti_zkus_ochrana.htm
- [8] katalog firmy FERMAT <http://www.fermatmachinery.com/>