



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

OCHRANNÉ KRYTY POUŽÍVANÉ VE STAVBĚ OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

GUARDS USED IN CONSTRUCTION OF MACHINE TOOLS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

BACHELOR'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

ROMAN JAGOŠ

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

doc. Ing. PETR BLECHA, Ph.D.

BRNO 2010

Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství

Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky

Akademický rok: 2009/10

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

student(ka): Jagoš Roman

který/která studuje v **bakalářském studijním programu**

obor: **Strojní inženýrství (2301R016)**

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

Ochranné kryty používané ve stavbě obráběcích strojů

v anglickém jazyce:

Guards used in construction of machine tools

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Student provede rešerši, popis a uspořádání pevných a pohyblivých ochranných krytů používaných ve stavbě obráběcích strojů. Uvede a vysvětlí možné způsoby jejich zajištění v ochranné poloze a připraví přehled základních výpočtů potřebných pro jejich konstrukční návrh.

Cíle bakalářské práce:

Provést rešerši typů pevných a pohyblivých ochranných krytů používaných ve stavbě obráběcích strojů.

Provést popis a roztřídění typů ochranných krytů používaných u obráběcích strojů.

Uvést a vysvětlit možné způsoby zajištění ochranných krytů v ochranné poloze.

Sestavit přehled základních výpočtů potřebných pro návrh ochranného krytu.

Seznam odborné literatury:

Marek, J.; Konstrukce CNC obráběcích strojů, ISSN 1212-2572

Borský, V.; Obráběcí stroje, ISBN 80-214-0470-1

Borský, V.; Základy stavby obráběcích strojů, VUT Brno

Breník, Píč a kol.; Obráběcí stroje - konstrukce a výpočty, Technický průvodce 59, SNTL Praha 1982

www.cni.cz

www.infozdroje.cz

www.mmspektrum.com

[www.vyrobcuochrannychkrytu](http://www.vyrobcuochrannychkrytu.cz)

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Petr Blecha, Ph.D.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2009/10.

V Brně, dne 19.11.2009

L.S.

Ing. Petr Blecha, Ph.D.
Ředitel ústavu

doc. RNDr. Miroslav Doupovec, CSc.
Děkan fakulty

ABSTRAKT

Tato bakalářská práce se zabývá popisem pevných a pohyblivých ochranných krytů ve stavbě výrobních strojů. Dále seznamuje s různými způsoby blokování mechanických krytů v ochranné poloze, a uvádí přehled základních vzorců pro zkoušky ochranných krytů.

KLÍČOVÁ SLOVA

Kryty obráběcích strojů, blokovací zařízení, bezpečnost

ABSTRACT

This bachelor's thesis deals with the description of fixed and movable safety guards as used in construction of machine tools. Further, it introduces different ways of interlock mechanical guards in the protective position, and provides an overview of basic formulas for testing of the safety guards.

KEY WORDS

Guards in machine tools, interlock, safety

BIBLIOGRAFICKÁ CITACE

JAGOŠ, R. *Ochranné kryty používané ve stavbě obráběcích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 36 s. Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Petr Blecha, Ph.D.

PROHLÁŠENÍ

Tímto prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma ochranné kryty používané ve stavbě obráběcích strojů vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury, pod vedením vedoucího bakalářské práce.

V Brně dne:

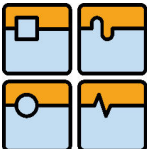
Roman Jagoš

PODĚKOVÁNÍ

Tímto bych chtěl poděkovat panu doc. Ing. Petru Blechovi, Ph.D. za cenné rady a připomínky při tvorbě této bakalářské práce.

Obsah

1. Úvod	10
2. Současný stav řešené problematiky	11
3. Pevné kryty	13
3.1 Opláštění strojů	13
3.2 Dveřní a střešní posuvné kryty pracovního prostoru.....	14
3.2.1 Blokování posuvných krytů v ochranné poloze.....	15
3.3 Ochranné ohrazení.....	17
3.4 Místní ochranné zařízení	17
4. Pohyblivé kryty	19
4.1 Teleskopické kryty	19
4.1.1 Teleskopické kryty pohybující se v jedné ose.....	19
4.1.2 Teleskopické kryty pohybující se ve dvou osách	23
4.1.3 Příklad použití teleskopických krytů na obráběcím stroji.....	23
4.2 Spirálové kryty.....	24
4.3 Krycí měchy	24
4.4 Roletové kryty.....	26
4.4.1 Roletové kryty pohybující se v jedné ose	26
4.4.2 Roletové kryty pohybující se ve dvou osách	28
4.5 Stírací rámečky	29
5. Zkoušky ochranných krytů.....	30
5.1 Popis zkušební metody.....	30
5.2 Zkušební zařízení	30
5.3 Zkušební postup	31
5.4 Vyhodnocení zkoušky	32
6. Závěr	33
7. Použité zdroje	34
8. Seznam použitých zkratk a symbolů	36

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

1. Úvod

Ochranný kryt obráběcího stroje je fyzická zábrana poskytující ochranu osobám v blízkosti stroje, nebo mechanismů stroje samotného. V rámci konstrukce můžeme rozeznávat kryty pevné a kryty pohyblivé během vykonávání pracovního procesu.

Pevné (vnější) ochranné kryty slouží primárně pro ochranu osob pracujících na stroji, nebo i v jeho blízkosti. Aby byly zvoleny a zkonstruovány ochranné kryty pro daný obráběcí stroj, je důležité posoudit vznikající riziko od různých nebezpečí. Seznam významných nebezpečí uvádí bezpečnostní normy pro jednotlivé obráběcí stroje. Jedná se o normy ČSN třídy 20 – obráběcí stroje na kovy, skupiny 07 – bezpečnostní předpisy. Mezi základní nebezpečí patří například nebezpečí:

mechanická: stlačení, stříh, říznutí, zachycení, nebo vtažení a poranění obsluhy

elektrická: dotyk osob živých částí, dotyk osob částí, které se staly živými v důsledku závady

způsobená hlukem: ztráta sluchu, ztráta rovnováhy, rušení při řečové komunikaci

způsobená materiály a látkami: vdechování škodlivých výparů kapalin, plynů, mlh a prachu

způsobená zanedbáním ergonomie a další.

Po zhodnocení jednotlivých nebezpečí, se zvolí optimální ochranný kryt a jeho konstrukce. O různých typech pevných krytů pojednává kapitola 3. [25]

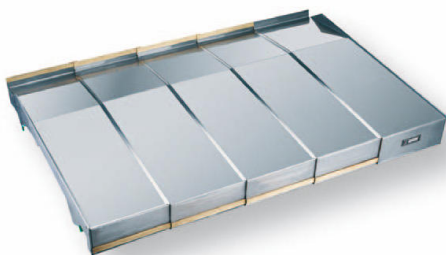
Pohyblivé (vnitřní) ochranné kryty slouží k ochraně náchylných částí stroje, pro zachování stálé přesnosti stroje. Jedná se o ochranu pohybových os a vedení. Typickým příkladem je krytování vřeten, kuličkových šroubů, lineárních vedení, nebo hydraulických a pneumatických zdvihů. Pohyblivé kryty musí splňovat různé požadavky, a proto je k dostání více druhů. O různých typech pohyblivých krytů pojednává kapitola 4.

2. Současný stav řešení problematiky

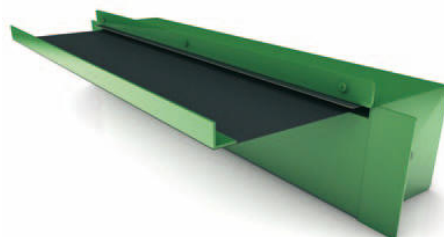
V současnosti jsou na trhu k dostání různé typy ochranných krytů, kterými se zabývají jak výrobci obráběcích strojů, tak i samostatné specializované firmy.

Ochranné kryty můžeme dělit dle pohybu během provozu:

- a) pevné kryty
 - opláštění (kapotáže) strojů
 - dveřní posuvné kryty pracovního prostoru
 - ochranné ohrazení
 - místní ochranné zařízení
- b) pohyblivé kryty
 - teleskopické kryty (obr. 1)
 - spirálové kryty
 - krycí měchy
 - roletové kryty (obr. 2)
 - stírací rámečky



Obr. 1 Teleskopický kryt [14]



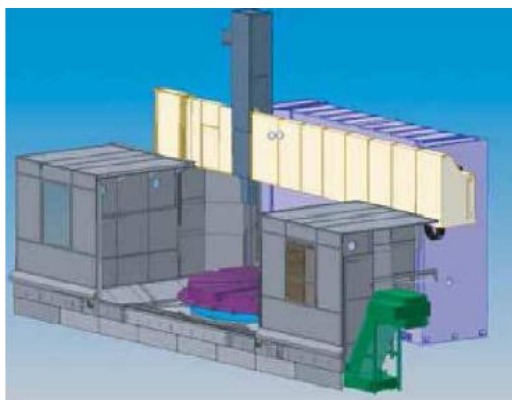
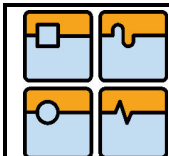
Obr. 2 Roletový kryt [14]

Pohyblivé kryty také můžeme dělit na kryty pohybující se v jedné ose a kryty pohybující se ve dvou osách – jedná se o speciální systémy teleskopických a roletových krytů.

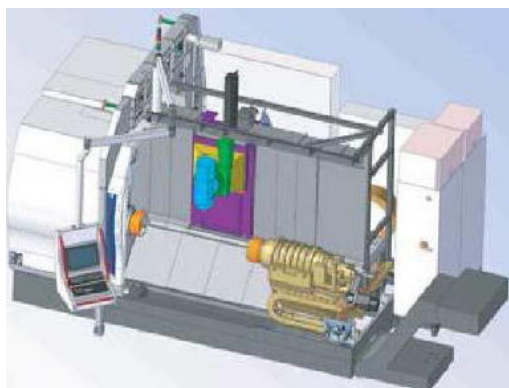
Dle uspořádání na stroji rozeznáváme:

- a) vnější kryty
- b) vnitřní kryty

Vnější kryty (obr. 3) tvoří rozhraní mezi vnějším okolím a pracovním prostorem. Naproti tomu vnitřní kryty (obr. 4) oddělují pohybové mechanismy od pracovního prostoru. Vnitřní ochranné kryty se nejčastěji skládají z teleskopických krytů a teleskopické stěny. [7]



Obr. 3 Vnější ochranné kryty [7]



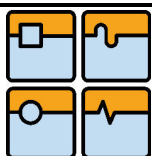
Obr. 4 Vnitřní ochranné kryty [7]



Obr. 5 Ukázka krytování CNC portálového centra Dino od firmy FPT Industrie [10]



Obr. 6 Ukázka krytování CNC portálového centra FV5 od firmy Feeler [9]



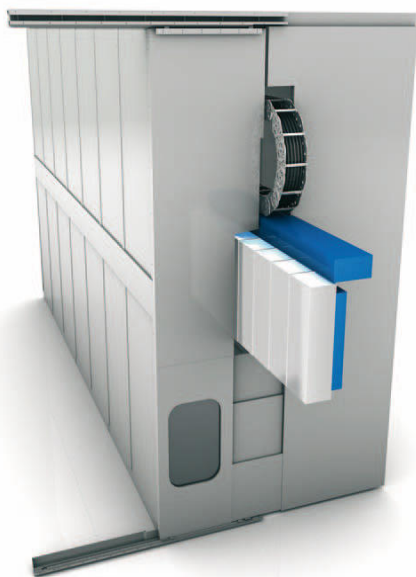
3. Pevné kryty

3.1 Opláštění strojů

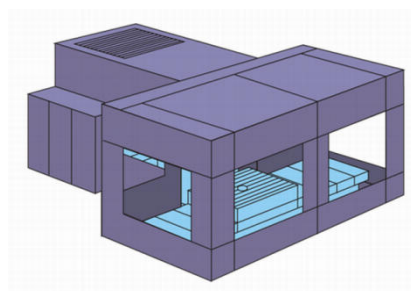
Opláštění, neboli kapotáže strojů jsou vnější, pevné, nepohyblivé kryty, které chrání člověka před úrazy a zároveň tvoří celkový design stroje. Jedná se zejména o kryty pro obráběcí centra. Kapotáže zabraňují jakémukoliv zásahu člověka do nebezpečného prostředí, jako jsou i elektrické a pohyblivé části stroje. Pevné kryty mohou dále chránit například zásobníky nástrojů pro automatickou výměnu a jiné mechanické části stroje.

V dnešní době se u obráběcích center využívá již plného krytování (obr. 7 a obr. 8), k maximální ochraně obsluhy. Plné krytování zajišťuje navíc i čistotu okolního prostředí, jelikož krytování celého prostoru zabraňuje kromě odlétávání třísek také šíření olejové mlhy a snižuje se tak i hladina hluku. V případě obrábění větších součástí, kdy není možné zajistit plné krytování je možné zvolit krytování snížené (obr. 9). Toto krytování je konstruováno stejně jako krytování plné, ovšem bez zastřešení. Výšku a vzdálenost sníženého krytování předepisuje norma ČSN EN ISO 13857 v závislosti na výšce nebezpečného prostoru. [20, 27]

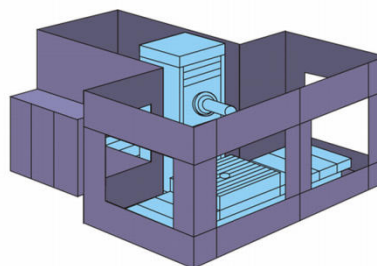
Tyto vnější kryty a kapotáže jsou konstruovány ze samonosných ocelových plechových panelů a mohou být opatřeny protihlukovou výplní. [7]



Obr. 8 Opláštění "Protect-Panel" od firmy KabelSchlepp [14]



Obr. 7 Plné krytování stroje TOStec [20]



Obr. 9 Snížené krytování stroje TOStec [20]

3.2 Dveřní a střešní posuvné kryty pracovního prostoru

S nepohyblivým opláštěním stroje souvisejí také posuvné kryty, které uzavírají pracovní prostor a zároveň umožňují přístup k upínání obrobku do sklíčidla, upínací desky, či ustanovení obrobku na pracovní stůl CNC stroje. Posuvné kryty s kapotáží utvářejí celkovou kompaktnost a design stroje. Kryty musí být konstruovány tak, aby zamezily odlétávání třísek, odstříku chladicí kapaliny a zvláště v případě havárie zabránily odletu poškozených částí stroje, respektive obrobku ven z pracovního prostoru. Posuvné kryty jsou u obráběcích strojů řešeny různě a tvar závisí na daném typu a opláštěním stroje. Zatímco u menších CNC strojů postačí posuvné dveře (obr. 10), u velkých strojů a obráběcích center s plným krytváním je potřeba odsouvat i střešní elementy (obr. 11 a 12), a to kvůli přístupu jeřábových lan. [14]



Obr. 10 CNC frézovací centrum značky Feeler s posuvnými dveřmi [9]



Obr. 11 Střešní kryty v poloze uzavřeno [14]



Obr. 12 Střešní kryty v poloze otevřeno [14]

Dveřní kryty mohou být ovládány ručně, nebo strojně, tedy elektricky. V případě elektrického zavírání musí být kryty vybaveny lištami citlivými na tlak, tak aby v případě nechtěného zavření zábrany, nezpůsobil kryt zranění člověku pracujícím ve dveřním prostoru. Proto musí být definována maximální přípustná zavírací síla. Norma udává maximální sílu 150N. Otevření a zavření strojně ovládaného krytu musí být prováděno pomocí ovládacího zařízení. U velkých obráběcích strojů, kde může stát obsluha uvnitř zakrytovaného pracovního prostoru, musí být uvnitř umístěno zařízení pro nouzové zastavení, nebo musí být stroj vybaven optickými závorami, které nedovolí uzavření pracovního prostoru. [24]

Dveře jsou konstruovány z ocelových plechů s průzory z bezpečnostního skla, nebo speciálního plastu. Jedná se zvláště o polykarbonátové průhledné desky Lexan. Jelikož bývá průzor nejčastěji nejslabším místem ochranného krytu, provádí se při konstrukci bezpečnostní balistické zkoušky, které simulují případ havárie. O zkouškách ochranných krytů pojednává kapitola 5. [8]

3.2.1 Blokování posuvných krytů v ochranné poloze

V rámci bezpečnosti je žádoucí, aby posuvné kryty byly určitým způsobem blokovány v ochranné poloze, pokud stroj právě vykonává svou práci. Existují dva typické druhy blokovacích zařízení. Prvním z nich je blokovací zařízení bez jištění ochranného krytu, u kterého je možné kdykoliv ochranný kryt otevřít. Ovšem v případě nežádoucího otevření pracovního prostoru, kdy stroj vykonává svou práci, je požadováno, aby se stroj automaticky zastavil. Druhou možností je použití blokovacího zařízení s jištěním ochranného krytu. V tomto případě je ochranný kryt blokován jistícím zařízením, respektive zámkem v ochranné poloze. Pokud je na stroji spuštěn pracovní automatický režim, ochranné kryty a dveře již nelze otevřít, dokud nepomine možné riziko. Jako samozřejmost se již považuje znemožnění spuštění rizikových funkcí stroje, dokud posuvný kryt nebude v ochranné poloze. Takovéto blokování zajišťují mechanická a elektronická zařízení, která blokují elektrický obvod. [23]

Bezpečnostní obvod se skládá ze tří základních bloků tvořící jeden celek. Jedná se o snímání polohy ochranného krytu koncovými spínači a čidly, detekce závady s jejím vyhodnocením pomocí bezpečnostních relé, respektive bezpečnostních modulů a vypnutí motoru pomocí stykačů. Pro bezpečnostní obvod je tedy nutné více zařízení. V současné době již existují i multifunkční bezpečnostní prvky, které plní více funkcí a nahrazují tak více zařízení. Příkladem je multifunkční bezpečnostní modul 3TK2845 od firmy Siemens (obr. 13) se čtyřmi skupinami vstupů pro bezpečnostní funkci nouzového zastavení, kombinovanou s vyhodnocováním polohy ochranného krytu a s možností přepínání režimu seřizování-provoz. Toto jedno zařízení tak nahrazuje čtyři přístroje, čímž šetří místo a samozřejmě usnadňuje práci konstruktérům. [2]



Obr. 13 Multifunkční bezpečnostní modul Siemens 3TK2845 [2]

Pro snímání polohy ochranného krytu existuje více zařízení. Prvním z nich je použití polohových koncových spínačů (obr. 14), které jsou vybaveny mechanismem pro nucené rozpínání kontaktů. Tělo spínače je chráněno buď plastovým, nebo kovovým pouzdem a na něj je připevněna vyměnitelná hlavice. Vyměnitelná hlavice obsahuje akční člen, kterým u polohových spínačů je zpravidla páčkový, vačkový, pružinový, nebo kladkový mechanismus různých délek a velikostí podle potřeby konstruktéra. Hlavice může být navíc i pootočená tak, aby spínač vyhovoval dané aplikaci. Polohové spínače mají omezenou životnost, a proto je nutné po určité době zajistit jejich výměnu. Firma Omron, která se zabývá průmyslovou automatizací, již ovšem představila polohový spínač se zvýšenou odolností a hladším pohybem v hlavové části, u kterého firma zaručuje minimálně 30 milionů operací [16]. Další možností vyhodnocení polohy krytu je pomocí bezkontaktních spínačů (obr. 15). Bezkontaktní spínače se skládají z kódovaného magnetu a jazýčkového relé. Používají se zejména tam, kde není možno použít bezpečnostního zámku. Jejich největší výhodou je také použití v aplikacích s velkým množstvím nečistot. [1, 2, 16]



Obr. 14 Polohový koncový spínač [16]



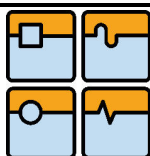
Obr. 15 Bezkontaktní magnetické spínače [16]



Obr. 16 Bezpečnostní zámek [16]

Poslední možností je použití bezpečnostních dveřních spínačů a bezpečnostních zámků (obr. 16). Bezpečnostní zámky se používají pro případ blokování ochranného krytu s jištěním. U těchto zámků je akčním členem samotný mechanický klíč, který zapadne do zámku a při pracovním procesu je kryt blokován elektromagnetickým mechanismem. Při zavření se uvádí blokovací síla, která dosahuje obvykle hodnot od 1000 do 2000N. Používají se pro posuvné, závěsné, ale zejména pro zcela odnímatelné kryty. [1, 2, 16]

Bezpečnostní relé, respektive bezpečnostní moduly (obr. 17) jsou elektronická zařízení zapojená mezi snímač polohy ochranného krytu a akční člen, kterým je například již zmíněný stykač pro vypnutí motoru. Tyto logické jednotky reagují na vstupní signály od řídicích přístrojů (polohové spínače, bezpečnostní dveřní spínače atd.), detekují závady, vyhodnocují je, a vysílají výstupní signál pro akční členy. Základním konstrukčním prvkem bezpečnostních modulů jsou relé s nuceným vedením kontaktů, přičemž propojení těchto prvků uvnitř modulu umožňuje, aby každý bezpečnostní modul kontroloval nejen vnější obvod, ale i sám sebe. Použitím těchto zařízení se také splní přísné normy pro bezpečnost strojních zařízení. [21]



Obr. 17 Bezpečnostní modul ABB [21]



Obr. 18 Motorový spouštěč Siemens ET 200S provedení Standard [18]

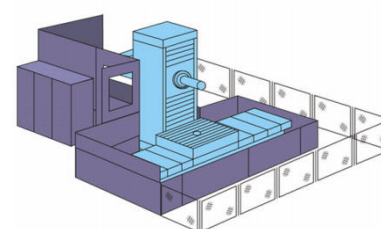


Obr. 19 Motorový spouštěč Siemens ET 200S provedení High-Feature [18]

Posledními členy v bezpečnostním obvodu jsou zařízení, která uvádí zdroj nebezpečného pohybu do bezpečného stavu tj. zastavení pohonu a vypnutí přívodu elektrické energie, při otevření ochranného krytu. Zastavení pohonu může nastat dvěma způsoby. Prvním případem je okamžité odpojení elektrické energie a zastavení pohonu pomocí stykačů s nuceným vedením kontaktů. Tuto variantu však není možné vždy zajistit, obzvláště u velkých strojů, kde na pohon působí velká setrvačná hmota. Proto v některých aplikacích dochází k vypnutí pohonu s řízeným zpožděním. K tomu se využívají motorové spouštěče (obr. 18 a 19), které podporují řízení přímých a reverzačních spouštěčů motorů i frekvenčních měničů. [2]

3.3 Ochranné ohrazení

V ojedinělých případech lze využít obvodového ohrazení s bezpečnou vzdáleností. Tyto kryty neuzavírají nebezpečný prostor (obr. 20), ale zamezují přístupu k nebezpečným místům svými rozměry a polohou umístění. Ochranné ohrazení není schopno ochránit obsluhu, a proto je nutné tyto kryty používat v kombinaci s dalšími ochrannými zařízeními, jako jsou například bezpečnostní kabiny. [22, 25]



Obr. 20 Obvodové ohrazení stroje TOStec [20]

3.4 Místní ochranné zařízení

Alternativou ke krytům nebezpečného prostoru jsou místní ochranná zařízení, tvořená bezpečnostní kabinou (obr. 21 a 22). Jedná se o ochranu obsluhy u velkých obráběcích center, kde nelze zajistit krytování pracovního prostoru. Kabina musí být na stroji umístěna tak, aby obsluha nev kročila do nebezpečného prostoru. Ten musí být navíc uzavřen obvodovým ohrazením, nebo chráněn jinými prostředky, jako například elektrickými snímači, či opticko-elektrickými závorami. Vstup obsluhy do

pracovního prostoru, například při seřízení stroje musí být umožněn jen v případě seřizovacího režimu. V jiném případě musí být stroj automaticky zastaven. Proto musí být bezpečnostní kabina vybavena dveřmi s blokovacím zařízením obdobně jako u posuvných krytů pracovního prostoru. V případě je-li stroj ovládán pomocí přenosného ovládacího panelu, smí být stroj spuštěn do automatického cyklu pouze tehdy, když je ovládací panel uvnitř kabiny. Pokud je stroj konstruován i pro práci bez dozoru, je nutné, aby bezpečnostní kabina byla určitým způsobem zajištěna proti vstupu neoprávněných osob. U těchto strojů je kabina vybavena dveřmi se zámkem na klíč. [25]



Obr. 21 Obráběcí centrum TOS Kuřim s bezpečnostní kabinou [19]



Obr. 22 Obráběcí stroj Spirit s bezpečnostní kabinou od firmy FPT industrie [10]

4. Pohyblivé kryty

Pro ochranu pohybových os obráběcích strojů se používají kryty pohyblivé. Kryty musí splňovat různé požadavky, které nelze zajistit pouze jedním typem krytů. Proto jsou na trhu různé druhy pohyblivých krytů a zákazník či konstruktér obráběcího stroje má možnost výběru. Základním předpokladem těchto krytů je zamezení proniknutí třísek a chladicí kapaliny do prostoru vodících ploch a mechanismů.

4.1 Teleskopické kryty

4.1.1 Teleskopické kryty pohybující se v jedné ose

Nejpoužívanějším pohyblivým krytem je kryt teleskopický. Ten je složen z jednotlivých plechových segmentů, které jsou vzájemně přesazeny a obepínají vedení stroje. Na plechy jsou kladeny vysoké jakostní nároky – sleduje se rovinnost, korozivzdornost a otěrovzdornost. [6]

Tyto kryty mají řadu výhod, oproti ostatním pohyblivým krytům. Mezi hlavní výhody patří pevná ocelová konstrukce. Ta chrání lineární vedení od třísek a chladicí kapaliny, ale také před mechanickým poškozením způsobené například od břemene, které by mohlo dopadnout na jinak nechráněný lineární pojezd. Teleskopické kryty tvoří maximální ochranu vedení a zvyšují tak životnost stroje. Další výhodou je velká variabilita. Kryty lze vytvořit v různých tvarech a velikostech tak, aby konstrukčně odpovídaly pro daný obráběcí stroj. Teleskopické krytování také zaručuje celkový vzhled stroje. [12]

Přehled běžných konstrukcí [14]:



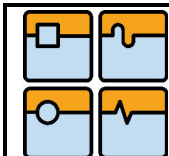
Obr. 23 Plochá geometrie teleskopického krytu [14]

Plochá geometrie, nebo také konstrukce tvaru U (obr. 23), se nejčastěji používá v horizontální poloze u stolu frézovacích strojů. Z důvodu optimální stability by šířka krytu neměla přesahovat 1,5m.

Střechovitá geometrie (obr. 24) je výhodná z důvodu stranového odvodu třísek a chladicí kapaliny. Tato geometrie navíc zaručuje lepší stabilitu, než geometrie plochá. Šířka krytování se doporučuje do 3m.



Obr. 24 Střechovitá geometrie teleskopického krytu [14]



Obr. 25 Plochá střechovitá geometrie teleskopického krytu [14]

Kombinací střechovité a ploché geometrie dosáhneme optimální stability i u širších krytů nad 3m. (obr. 25)

Další geometrií krytu je kryt s jednostranným sklonem (obr. 26). Tato konstrukce se doporučuje při vysokém výskytu chladicí kapaliny, respektive třísek, které se odvádí v závislosti na úhlu sklonu krytu.



Obr. 26 Šikmá geometrie teleskopického krytu [14]



Obr. 27 Příčná poloha teleskopického krytu s plochou geometrií [14]

Příčné krytování (obr. 27) se používá zejména na pro krytování příčného nosníku u velkých portálových frézek. Tyto kryty lze vyrábět v různých geometriích stejně jako kryty v horizontální poloze. U krytů skládajících se z více segmentů se provádí dodatečné vnitřní vedení pro zabránění vysazení jednotlivých boxů a zlepšení stability.

Vertikálně zabudované teleskopické kryty (obr. 28) mohou být zhotoveny v různých provedeních stejně jako kryty instalované v horizontální a příčné poloze. Teleskopické kryty v této poloze se používají zejména na stojanech portálových frézek a vyvrtávaček.

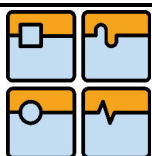


Obr. 28 Vertikální poloha teleskopického krytu [14]

Žaluziový kryt (obr. 29) se používá výhradně ve vertikální poloze pro oddělení zadních částí stroje. Krycí plechy se pohybují ve vlastních vodících drahách.



Obr. 29 Žaluziový kryt [14]



Protože požadavky na geometrii krytů jsou různé a záleží na daném typu stroje, i teleskopické kryty je potřeba vyrábět v dalších speciálních geometriích. Takové kryty se již většinou nevyrábí sériově, ale kusově dle individuálního návrhu. Jedná se zejména o zvláštní tvary šikmých krytů, teleskopických stěn (obr. 30), rourovitých krytů (obr. 31) atp.

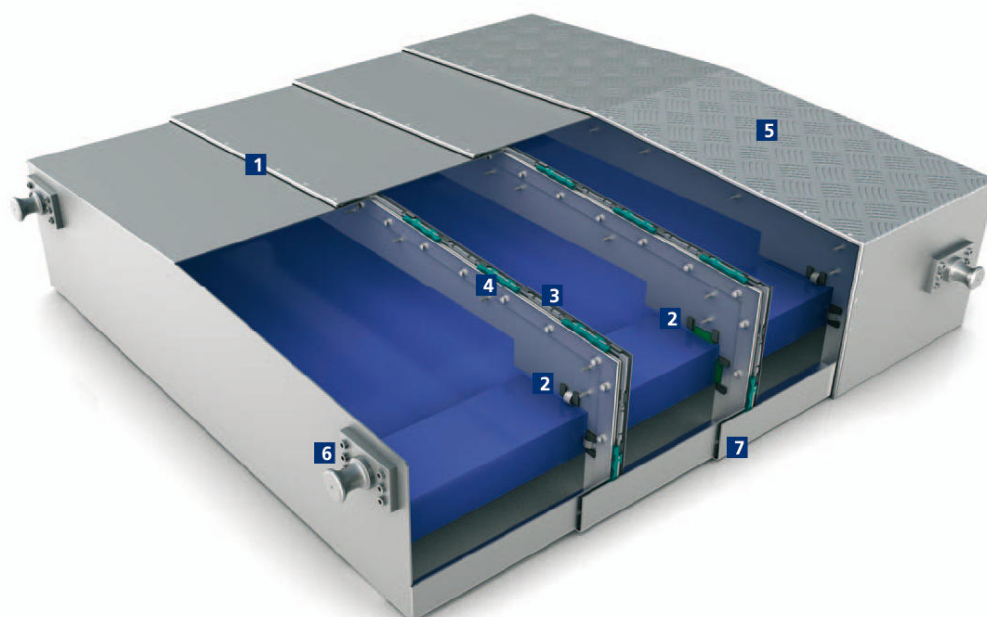


Obr. 30 Teleskopická stěna [11]



Obr. 31 Rourovité teleskopické kryty [14]

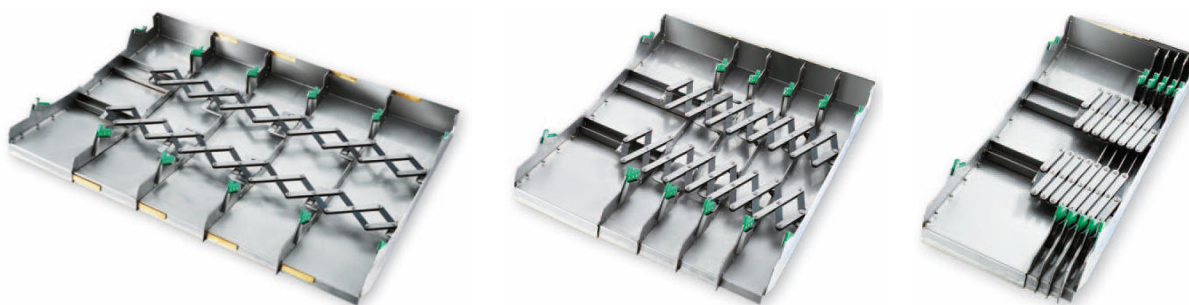
Vedle výhod se ale objevuje řada nevýhod a problémů. Mezi největší nevýhodu patří samotná hmotnost krytů, zapříčiněná ocelovou plechovou konstrukcí. Vysoká hmotnost, nejen že znesnadňuje montáž, ale i nepříznivě ovlivňuje dynamiku a chod stroje. Aby se zlepšil a ztišil chod, jsou jednotlivé segmenty podepírány kladkami, nebo kluzátky ve vodicích drahách (viz obr. 32). Pro nízké pojezdové rychlosti s nízkými hmotnostmi krytu se používají kluzátka a kladky vyrobené z plastu, které jsou navíc šetrné k vodicím plochám. Pro vyšší hmotnostní zatížení se používají kluzátka vyrobená z kovu, nejčastěji z mosazi. Pro velké hmotnosti spojené s vysokou pojezdovou rychlostí je již potřeba použít ocelových kladek. Aby bylo možné těžké kryty nainstalovat na obráběcí stroj, jsou tyto kryty opatřeny závěsným zařízením (viz obr. 32), pomocí kterých lze kryt bezpečně zvednout některým ze zvedacích zařízení. [14]



Obr. 32 Teleskopický kryt [14]

Legenda: 1-stírací systémy, 2-kladky/kluzátka, 3-odtokové žlaby, 4-tlumící elementy, 5-protiskluzový nášlapný segment, 6-závěsné zařízení, 7-zámkový systém

Další nevýhodou jsou rázy a hluk, vznikající při dosedání jednotlivých segmentů na sebe. U teleskopických krytů, které disponují malou hmotností a nižšími posuvovými rychlostmi (do 50 m/min) se vystačí pouze s tlumiči nárazů. Tlumící elementy se instalují do zadních stěn jednotlivých boxů (viz obr. 32) a jejich tvary mohou být různorodé. Počet se volí podle materiálu tlumiče a pojezdové rychlosti, tak aby bylo dosaženo optimálního výsledku tlumení. Jednoduché tlumiče jsou vyrobeny nejčastěji z pryže, naproti tomu tvarově složitější tlumiče například vlnovitého tvaru jsou vyrobeny ze speciální pěnové hmoty, nazývané Celesta. Při vyšších rychlostech (nad 50 m/min) se uplatňují mechanismy, či zařízení pro plynulý chod. Jednotlivé segmenty krytu se roztahují, respektive stlačují rovnoměrně, čímž nedochází k nárazům. Nejběžnějším typem mechanismu pro tento účel je tzv. nůžkový mechanismus (obr. 33). Mezi další mechanismy patří mechanismus s U-drážkou, mechanismus s ozubeným hřebenem a pro velmi vysoké nároky na rychlost a zrychlení nově se rozvíjející vysokorychlostní moduly. [3, 4, 5, 14]

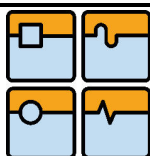


Obr. 33 Teleskopický kryt s nůžkovým mechanismem v různých polohách [14]

Životnost teleskopických krytů závisí nejvíce na vodotěsnosti krytů a stíracích systémech (obr. 34). Stěrače zabráňují vniknutí kapaliny a třísek do prostoru pod kryty. Tvary a způsob upnutí stěračů ovlivňuje těsnost a rovnoměrnost chodu. Je potřeba zajistit optimální předeprnutí, tak aby se zachytilo co nejvíce chladicí, respektive řezné kapaliny a zároveň nevznikal suchý trhavý pohyb stěrače. Pro případ absolutní vodotěsnosti krytu, jsou zadní stěny jednotlivých segmentů vybaveny žlaby pro odvod kapaliny (viz obr. 32), která se dostala za stírací systém. Dalším důležitým faktorem je odolnost proti vysoké teplotě. Samotný stírací profil je vyroben z polyuretanu, a proto se často chrání přídatným nerezovým ocelovým profilem, který je odolný proti žhavým třískám. Při závadě stroje se údržba nejvíce zaměřuje na výměnu stíracích systémů. Proto se již v dnešní době přestávají stěrače ke krytu navařovat, nýtovat a lepit. Stěrače se připevňují ke krytu pomocí speciálních úchytek a zámků, které umožňují výměnu přímo na stroji bez nutnosti demontáže celého krytu. Tím se snižuje doba odstávky stroje a snižují se tak náklady na údržbu. [6]

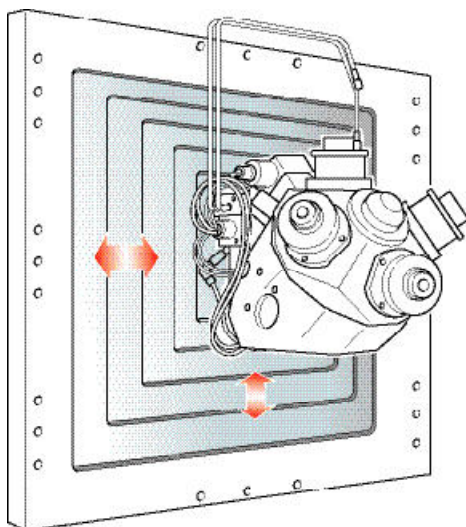


Obr. 34 Stírací systém s ochrannou ocelovou lištou [14]



4.1.2 Teleskopické kryty pohybující se ve dvou osách

Dvouosé deskové teleskopické kryty chrání vedení ve dvou osách současně. Konstrukce těchto krytů je složitější a dražší, a proto je snahou tyto kryty používat co nejméně. Jedná se zejména o ochranu vřeten u horizontálních frézovacích a vrtacích strojů (obr. 35). Speciální krycí systém je vyroben z ocelových plechů, které jsou různými způsoby spojeny pomocí nůžkového, či jiného mechanismu pro vázaný pohyb (obr. 36). [6]



Obr. 35 Dvouosé krytování "Square sliding cover" firmy P.E.I. [17]

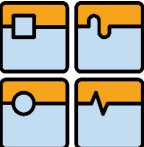


Obr. 36 Dvouosé krytování "Cross-cover" firmy KabelSchlepp [14]

4.1.3 Příklad použití teleskopických krytů na obráběcím stroji



Obr. 37 Příklad použití teleskopických krytů na obráběcím stroji značky M-MOOS [15]

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

4.2 Spirálové kryty

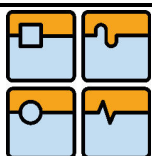
Spirálové kryty (obr. 38) jsou vhodné pro ochranu rotujících i nerotujících tyčovitých součástí jako jsou kuličkové šrouby, vřetena, hřídele, hydraulické a pneumatické zdvihy, vodící tyče a tlumiče. Kryty zajišťují ochranu částí strojů proti žhavým třískám, chladicí kapalině, mechanickému poškození, ale i ochranu pracovníků před nebezpečnými rotujícími součástmi. Spirálové kryty jsou běžně vyrobeny z pružinové pásové oceli o extrémní tvrdosti (55-58 Rockwell) v tloušťkách od 0,2 do 1,0mm a rozměrech od 15 až do 230mm vnitřního průměru s různou délkou. Pro montáž jsou na obou koncích jednoduché centrovací příruby umožňující volný otáčivý pohyb pružiny, který je nutný při stlačování a roztahování. Aplikace těchto krytů se doporučuje pro olejové (mastné) prostředí. Pro suché prašné prostředí jsou alternativou těchto krytů uzavřené skládací měchy. [12, 13]



Obr. 38 Spirálový kryt [14]

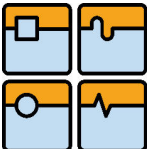
4.3 Krycí měchy

Skládací měchy jsou vhodné pro krytování strojů pracujících s velmi vysokými posuvovými rychlostmi a zrychlením. Tato vlastnost je dosažena díky malé hmotnosti krytu. Měchy se vyrábí z vícevrstvých umělých tkanin, polyuretanu, teflonu, kevlaru, nebo i speciálních pláten se skleněným vláknem a hliníkovým povrchem. Krycí měchy jsou vybaveny nosnými vodícími rámečky z PVC, které jsou připevněny mezi jednotlivými švy tkaniny. Dalšími výhodami jsou vodotěsnost, chemická odolnost vůči řezným kapalinám, prachotěsnost, minimální velikost při stlačení a s nízkou hmotností spojená snadná montáž. Přichycení měchu ke stroji se provádí pomocí šroubů, kdy poslední a první rámeček jsou vyrobeny z oceli a tvoří tak přírubu. Další možností je uchycení pomocí suchého zipu, který je připevněn na krajových plastových rámečcích. Největší nevýhodou těchto krytů je možné mechanické poškození krytého pohonu od břemene. Další nevýhodou je pouze krátkodobé tepelné zatížení. Tato nevýhoda je ovšem nepřijatelná při použití na obráběcím stroji blízko dopadu žhavých třísek. Proto musí být kryt použitý v takovémto prostředí opatřen lamelami z lehkých kovů. [5, 11]

**Obr. 39** Krycí měch U-profilu [14]**Obr. 40** Krycí měch U-profilu s ochrannými lamelami [14]

Krycí měchy se vyrábí ve třech základních konstrukčních provedení. Prvním jsou kryty žaluziového tvaru vhodné pro oddělení zadních částí stroje. Při použití krycích lamel, lze ale krytování využít i pro ochranu vřeten. Speciální X-Y systém s pohyblivými lamelami pro ochranu pracovní oblasti nabízí například firma P.E.I. [17]. Druhým typem skládacích měchů jsou měchy U-profilu. Tento typ měchu může být bez ochranných lamel (obr. 39), nebo s ochrannými lamelami (obr. 40). Při větších rozměrech jsou stejně jako teleskopické kryty, opatřeny výsuvnými mechanismy pro plynulost roztahování a správné vedení. Nejčastějším mechanismem, používaný pro krycí měchy je mechanismus nůžkový, který je zde připevněn vždy k n-násobnému ocelovému profilu. Ostatní rámečky mohou zůstat v rámci úspory hmotnosti ochranného krytu z PVC. Profily mohou být také vybaveny pro zlepšení chodu kladkami, nebo kluzátky. Měchy U-profilu se používají pro ochranu lineárních pojezdů. Posledním konstrukčním typem jsou uzavřené měchy. Pro snadnější montáž mohou být uzavřené kryty opatřeny suchým zipem, čímž je možné kryt nainstalovat, aniž by byl demontován stroj. Uzavřené měchy je možno vyrobit v různých tvarech (viz obr. 41 a 42) a jsou vhodné pro krytování pneumatických, hydraulických pístových zdvihů a kuličkových šroubů. [5, 12]

**Obr. 41** Uzavřený krycí měch obdelníkového profilu [14]**Obr. 42** Uzavřený krycí měch kruhového profilu [12]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 26
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

4.4 Roletové kryty

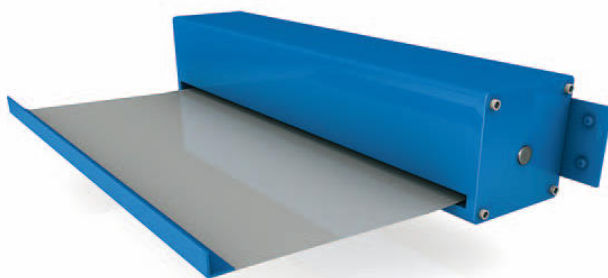
4.4.1 Roletové kryty pohybující se v jedné ose

Tento typ krytování se skládá z pásu a bubnu, na který je pás navíjen. Jejich největší výhodou je prostorová nenáročnost při vysokých provozních rychlostech. Buben je uložen v nepohyblivé části stroje a to buď samostatně (obr. 43), nebo v úložném boxu (obr. 44). Úložný box je vyroben z ocelových, nebo hliníkových plechů a je velice výhodný, jelikož chrání buben s mechanismem od prachu a nečistot. Roletový kryt v ochranném boxu se navíc dá jednoduše nainstalovat na obráběcí stroj a to i dodatečně. Volný konec pásu je připevněn k pohyblivé části stroje a pás je tak odvíjen rychlostí s jakou se pohybuje daný prvek stroje. Zpětné navíjení pásu na buben zajišťuje mechanismus s pružinou, uvnitř navíjecího bubnu. Ta se při odvíjení pásu napíná, a v případě zpětného pohybu se pás automaticky navíjí na buben.



Obr. 43 Roletový kryt bez úložného boxu [14]

Běžné provozní rychlosti rolet se pohybují kolem 100m/min. Navíjecí mechanismy se ovšem s vyššími nároky také zdokonalují. Firma P.E.I. například představila svůj speciální navíjecí systém "Sure-spring", na který společnost vlastní patent. Firma u tohoto systému zaručuje provozní rychlosti až 150m/min se zrychlením do 2G a poskytuje záruku až na 2 milióny zdvihů [17]. Pás může být vyroben z pryže, vícevrstvé tkaniny, nebo pružné pásové oceli o tloušťce od 0,2 do 0,4mm, podle daných podmínek použití. Pás odolává olejům, chladícím emulzím a v případě ocelových pásů chrání i před žhavými třískami. Pás musí být před navinutím na buben ochráněn stíracími lištami, aby se nedostaly nečistoty a třísky do navíjecího systému a roletu tak nepoškodily. Nevýhodou těchto krytů je stejně jako u krycích měchů možnost poškození vodících ploch při velkém mechanickém zatížení, například od obrobku. [5, 6, 14]



Obr. 44 Roletový kryt s úložným boxem [14]

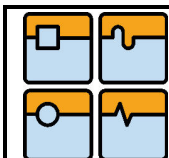


Obr. 45 Roletový kryt sestavený z ocelových článků [14]

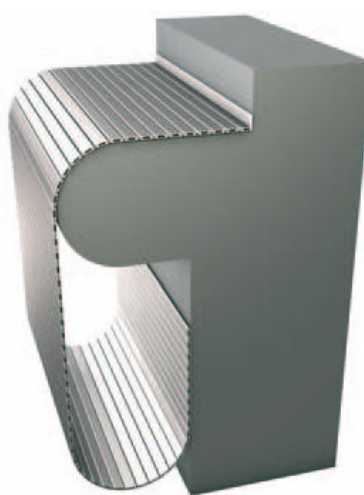
Tuto nevýhodu eliminují rolety sestavené z ocelových, respektive hliníkových článků (obr. 45), které jsou mezi sebou spojeny pomocí kloubů, nebo pryžových článků (viz obr. 46). Další variantou jsou rolety s pásy ze tkaniny, na kterých jsou připevněny ocelové, nebo mosazné lišty. S použitím kovových lišt a článků ovšem nabírá pás na hmotnosti a nelze jej již použít pro vyšší posuvové rychlosti. Další nevýhodou je daleko větší prostorová náročnost bubnu s navinutým pásem oproti klasickým roletám. Navíjecí zařízení je poháněno mechanismem s pružinou při malých hmotnostech, nebo přídavným elektromotorem při velkých hmotnostech navíjeného pásu. Proto se tyto článkovité kryty instalují i bez navíjecího zařízení, pouze jako zástěry. Jeden konec pásu se připevní k pohyblivé části stroje a druhý může být volně spuštěn k zemi (obr. 47), nebo je pevně připevněn ke konstrukci stroje s určitou rezervou (obr. 48), tak aby nedošlo k napnutí pásu při maximálním zdvihu. Tyto kryty se stávají alternativou robustních a prostorově nejnáročnějších teleskopických krytů při obdobných vlastnostech. [5, 6, 14]



Obr. 46 Různá provedení spojování jednotlivých článků krytu [14]



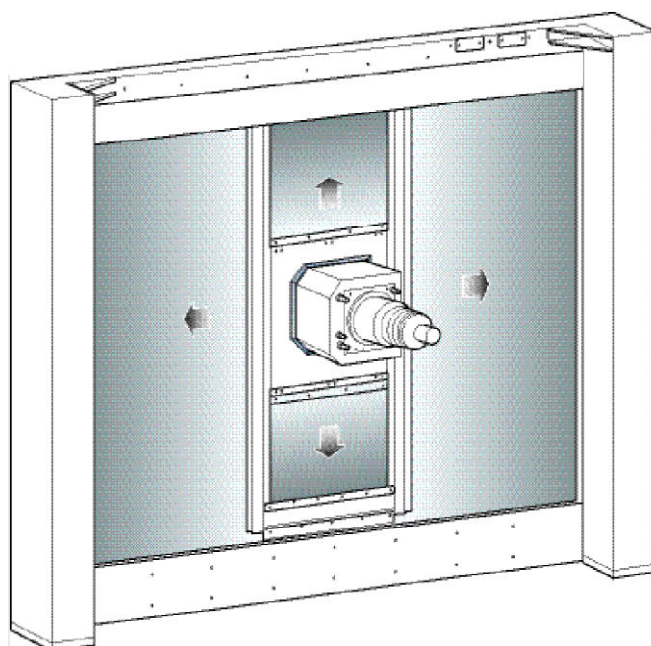
Obr. 47 Článekovitá zástěra - varianta uložení s volným koncem [14]



Obr. 48 Článekovitá zástěra - varianta s pevně uloženými konci [14]

4.4.2 Roletové kryty pohybující se ve dvou osách

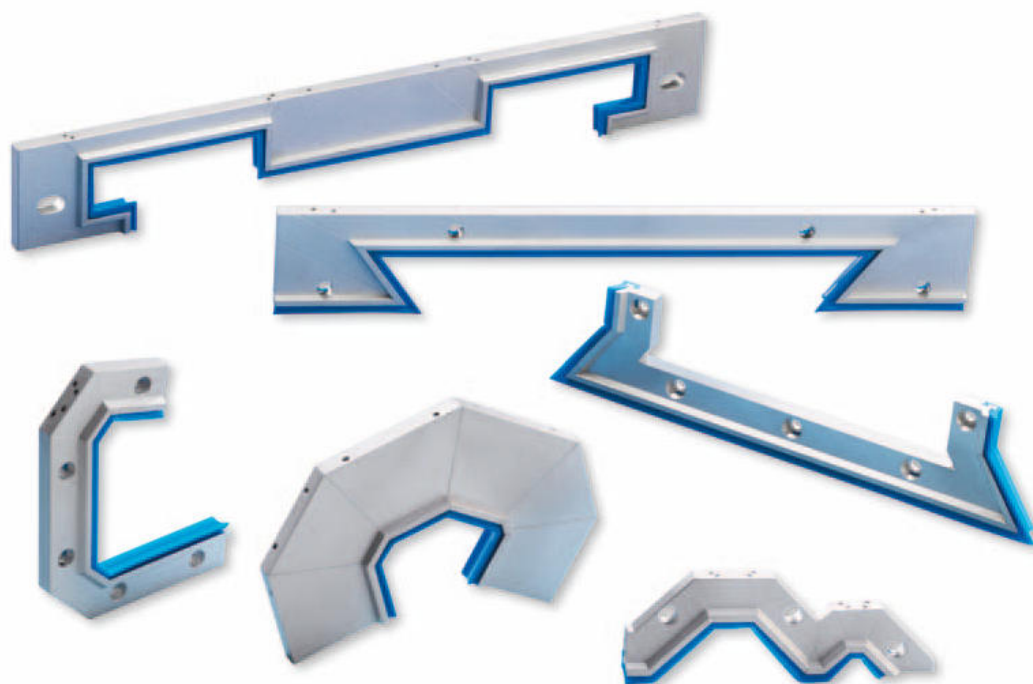
Přirozeným vývojem se roletové kryty začaly používat pro ochranu vřeten obráběcích strojů, stejně jako teleskopické kryty. Roletové systémy lze sestavit samozřejmě i pro práci ve dvou osách (obr. 49), podobně jako dvouosé teleskopické kryty. Dalším konstrukčním řešením systému pracujícím ve dvou osách může být i kombinace různých krytů a s tím spojená kombinace různých výhod. Toto zvláštní konstrukční uspořádání nabízí již několikrát zmíněná firma P.E.I., kdy v jedné ose pracují roletové kryty s ocelovými lištami a v druhé ose teleskopické kryty. [17]



Obr. 49 X-Y krycí roletový systém 4R od firmy P.E.I. [17]

4.5 Stírací rámečky

Zajištění stírání vodících ploch je nezbytnou ochranou každého obráběcího stroje. Při pohybu je nutno zabránit vniknutí řezné kapaliny, třísek i drobných nečistot mezi vedení stroje a tím zajistit stálou přesnost stroje. K tomu používáme stírací rámečky a lišty. Moderní stírací systémy jsou konstruovány z kovového nosného rámečku, na kterém je navulkanizován stěrač ze syntetického kaučuku. Rámečky mohou být jak otevřené, tak uzavřené a přesně kopírují daný profil valivého, nebo kluzného vedení (obr. 50). Pro správnou funkci stírání je potřeba pryžový stěrač namontovat s určitou hodnotou předpětí, která se liší dle použitého materiálu a velikosti stěrače. Většina stěračů má omezenou životnost vůči agresivním látkám a olejům, proto je nutné stěrače po určité době vyměnit. Stírací rámečky se dnes již pohodlně přišroubují k pohyblivým částem stroje pomocí šroubů, čímž je zajištěna i lehká výměna při opotřebení. U některých stíracích systémů lze vyměnit jen stěrač a nosný rámeček dále používat. [5, 11]



Obr. 50 Různé typy stíracích rámečků od firmy KabelSchlepp [14]

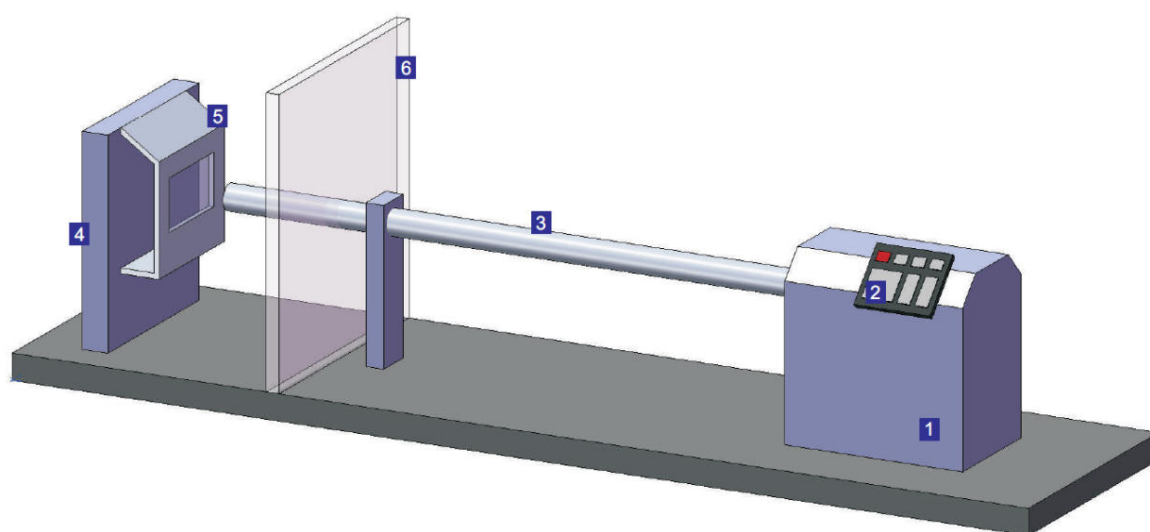
5. Zkoušky ochranných krytů

5.1 Popis zkušební metody

Pro zkoušení ochranných krytů, materiálů krytů a materiálů průzorů se používá tzv. metoda zkoušky nárazem. Jedná se o zkoušku simulující případ havárie, kdy nastává vymrštění obrobku, poškozeného nástroje, či jiného předmětu do ochranného krytu stroje. Zkouška spočívá ve vystřelení ocelového projektilu s danými parametry, kolmo na zkoušený předmět. Zkoušený kryt, nebo jeho část musí být na zkušebnímu stroji upevněn stejně, jako bude upevněn na obráběcím stroji. Projektil musí být vystřelen do nejméně odolného místa krytu. Nejslabším místem krytu zpravidla bývá průhledový panel. V takovém případě je projektil vystřelen do středu tohoto panelu. Po vykonání zkoušky následuje vyhodnocení poškození krytu a vyhotovení protokolu o zkoušce. [24, 25, 26]

5.2 Zkušební zařízení

Zkušební zařízení pro zkoušky ochranných krytů je tvořeno zásobníkem stlačeného vzduchu, hlavní, a ovládacího panelu (obr. 51). Při zkoušce se do hlavní umístí válcový projektil a před hlaveň testovaný kryt. Obsluha uvede zařízení do chodu pomocí ovládacího panelu, čímž se uvolní stlačený vzduch, a vystřelí ocelový projektil na zkoušený ochranný kryt. Pro vyhodnocení zkoušky je potřeba změřit rychlost vystřeleného projektilu. Pro měření rychlosti se používají například bezdotykové snímače rychlosti. [24, 25, 26]



Obr. 51 Zkušební zařízení odpovídající normám ČSN

Legenda: 1-zásobník se stlačeným vzduchem, 2-ovládací panel, 3-hlaveň, 4-rám pro uchycení krytu, 5-testovaný kryt, 6-ochranný kryt zajišťující bezpečnost obsluhy

Projektil je součástí zkušebního zařízení a pro zkoušku nárazem se používají dva druhy. Prvním typem je projektil pro zkoušení krytů používaných na frézovacích obráběcích strojích. Rozměry, hmotnost a mechanické vlastnosti materiálu projektilu předepisuje norma ČSN EN 12417+A2 a ČSN EN 13128+A2. Druhým typem je projektil pro zkoušky krytů soustružnických strojů. Projektil tohoto typu je odlišný od projektilu frézovacích strojů, neboť imituje nástavec sklíčidla představující největší riziko vymrštění proti krytu při havárii. Norma ČSN EN 12415 předepisuje rozměry, hmotnost a mechanické vlastnosti materiálu projektilu podle použitého sklíčidla s nástavci na daném stroji. [24, 25]

5.3 Zkušební postup

Tento postup zkušební metody nárazem se vztahuje jak pro zkoušku krytů frézovacích strojů, tak i pro zkoušku krytů soustružnických strojů vybavenými standardními sklíčidly. Pro výpočet je potřeba určit maximální řeznou rychlost u frézovacích strojů, respektive maximální obvodovou rychlost u soustružnických strojů podle rovnice (1). Dále určíme teoretickou rázovou energii dle rovnice (2), a měřenou rázovou energii dle rovnice (3). Pro správnou platnost zkoušky by vypočtená měřená rázová energie měla mít stejnou, případně vyšší hodnotu, než je teoretická rázová energie. Pro soustružnické stroje, předepisuje norma ČSN EN 12415 třídy odolnosti s již vypočtenými hodnotami energií pro dané průměry upínacího zařízení, dané projektily a danou obvodovou rychlost. [24, 25]

Maximální řezná, respektive obvodová rychlost:

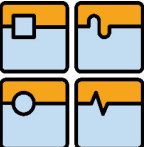
$$v_c = B \cdot \pi \cdot n \text{ [m} \cdot \text{s}^{-1}] \quad (1)$$

kde B - maximální průměr nástroje, který může být upnut do vřetene frézovacího stroje, respektive maximální průměr obrobku, který může být upnut do sklíčidla soustružnického stroje [m]
n - maximální frekvence otáčení vřetena [s⁻¹]

Teoretická rázová energie:

$$J_c = \frac{m \cdot v_c^2}{2} \text{ [J]} \quad (2)$$

kde m - hmotnost projektilu [kg]
v_c - max. řezná rychlost, respektive max. obvodová rychlost [m.s⁻¹]

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 32
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

Měřená rázová energie:

$$J_m = \frac{m \cdot v_m^2}{2} [J] \quad (3)$$

kde m - hmotnost projektilu [kg]
 v_m - měřená rychlost nárazu [$\text{m} \cdot \text{s}^{-1}$]

5.4 Vyhodnocení zkoušky

Po vykonání zkoušky nárazem je potřeba testovaný ochranný kryt řádně prozkoumat a určit jaké nastaly poškození. Normy ČSN EN 12415 a ČSN EN 12417+A2 uvádí druhy poškození, které mohou nastat a zda kryt vyhověl, či nikoliv. Dále normy uvádějí výsledky nejpoužívanějších materiálů krytu v závislosti na tloušťce krytu a řezné rychlosti.

Po vyhodnocení každé zkoušky musí být vyhotoven protokol s vypočtenými hodnotami rázových energií. Veškeré další informace, které musí zpráva o zkoušce nárazem obsahovat, předepisují taktéž již zmíněné normy ČSN. [24, 25]

6. Závěr

Bezpečnostní normy kladou stále více nároků na ochranné krytování obráběcích strojů. Dle konstrukce rozeznáváme kryty pevné a pohyblivé, při vykonávání pracovního cyklu stroje.

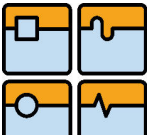
Pevné krytování je obzvláště důležité pro ochranu osob v blízkosti stroje. Jedná se zejména o kapotáže, které zabraňují styku člověka s nebezpečným prostorem pracovního stroje a v případě havárie ochrání obsluhu před nebezpečným předmětem, letícím ven z pracovního prostoru. Za nebezpečné, se ale může považovat i odstříkující chladicí kapalina, odlétávající žhavé třísky, hluk stroje atd. Jelikož je potřeba do stroje vkládat obrobky, jsou kapotáže vybaveny posuvnými dveřními kryty s průhledy, případně i střešními kryty. Protože se dveřní kryty mohou posouvat, je nutné, aby tyto kryty byly vybaveny některým ze způsobů blokování. Dle bezpečnostních prvků rozeznáváme dva základní typy blokování. Jsou to blokování bez jištění a blokování s jištěním krytu v ochranné poloze. První zmíněný typ bez jištění dovoluje otevřít ochranný kryt i při pracovním cyklu stroje, ovšem obráběcí stroj se musí okamžitě zastavit. Blokování s jištěním naopak zamezuje otevření krytu, dokud nepomine možné riziko. Blokování krytu zajišťují bezpečnostní obvody s koncovými spínači, respektive zámky, bezpečnostními moduly a zařízeními pro zastavení nebezpečného pohybu stroje. V některých případech však nelze na stroj nainstalovat kapotáž a uzavřít tak nebezpečný prostor. V takovém případě se využívá bezpečnostních kabin, do kterých se uzavře obsluha. Bezpečnostních kabin se využívá u těžkých obráběcích strojů, kde by kapotáž překážela velkým obrobkům. Aby pevné ochranné kryty správně plnily svoji funkci, podrobují se zkouškám, simulující náraz obrobků, či poškozeného nástroje do ochranného krytu. Pevné krytování nejenom, že chrání obsluhu, ale i udržuje okolní prostředí stroje v čistotě a v neposlední řadě určuje celý design stroje.

Druhou skupinou jsou pohyblivé ochranné kryty, při vykonávání pracovního cyklu stroje. Toto krytování se využívá pro ochranu vedení, lineárních pohonů a jemných mechanismů stroje před chladicí kapalinou, žhavými třískami, ale v některých případech i před mechanickým poškozením od břemene. Ochrannou vedení stroje se zaručí stálá přesnost stroje a prodlužuje se životnost stroje. Podle požadavků na ochranu vedení má konstruktér možnost volby, který pohyblivý kryt zvolí. V nabídce jsou teleskopické kryty, roletové kryty, krycí měchy a jiné vyhovující každý jiným požadavkům. Při použití krytů v blízkosti obráběné součásti je důležité, aby ochranné krytování bylo vodotěsné a žáruvzdorné, a chránilo tak vedení před žhavými třískami a chladicí kapalinou. K zabránění kapaliny do prostoru pod kryty se využívá stěračů, na které se klade největší důraz při údržbě a opravách krytování. Výhodou je použití tvarových teleskopických krytů, které usměrňují třísky a kapalinu přímo na dopravník, čímž usnadňují úklid stroje a zefektivňují třískové hospodářství. Pohyblivé kryty se také velmi podílí na výsledném designu stroje.

S vývojem a zvyšováním parametrů obráběcích strojů se současně klade důraz na vývoj krytování. Snahou výrobců je vytvořit ochranný kryt s maximální ochrannou vedení, minimálními požadavky na prostorovou náročnost, vysokými posuvnými rychlostmi a zrychlením, a přitom kryt co nejméně ovlivňoval dynamiku obráběcího stroje. Omezujícím faktorem je ovšem výrobní cena, kterou se snaží firmy co nejvíce minimalizovat.

7. Použité zdroje

- [1] BEKR, Zdeněk. *Bezpečnost strojních zařízení – blokování krytů v ochranné poloze*. Elektro. 2007, č. 12, s. 36-37. ISSN: 1210-0889
- [2] BEKR, Zdeněk. *Sirius Safety Integrated společnosti Siemens - bezpečnostní části řídicích systémů strojních zařízení*. Automatizace. 2007, č. 4, s. 298-300
- [3] HAMPL, Štěpán. *Mechanismy pro vázaný pohyb teleskopických krytů*. MM Průmyslové spektrum. 2006, 10, s. 74-75. ISSN :1212-2572.
- [4] HAMPL, Štěpán. *Parametry krytů vedení obráběcích strojů*. MM Průmyslové spektrum. 2006, 7, s. 68-69. ISSN :1212-2572.
- [5] HAMPL, Štěpán; KNOFLÍČEK, Radek. *Vlastnosti a konstrukce krytování pohyblivých částí obráběcích strojů*. MM Průmyslové spektrum. 2005, 11, s. 54-56. ISSN :1212-2572.
- [6] HUDEC, Jan. *Krytování pohybových os obráběcích strojů*. MM Průmyslové spektrum. 2005, 12, s. 34-35. ISSN :1212-2572.
- [7] MAREK, Jiří. *Konstrukce CNC obráběcích strojů*. Odborná monografie vydaná formou speciálního vydání časopisu MM Průmyslové spektrum. Praha: MM publishing s.r.o., 2006. 284 s. ISSN 1212- 2572.
- [8] ŠMÉTKA, Miroslav. *Deskripce typů ochranných krytů používaných u obráběcích strojů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2007. 17s, Ing Petr Blecha, Ph.D.
- [9] Fair Friend Enterprise Co., Ltd [online]. [cit. 2010-04-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.feeler-cnc.cz/stroje/feeler/>>
- [10] FPT INDUSTRIE S.p.A. [online]. [cit. 2010-04-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.fptindustrie.com/en/home.htm>>
- [11] Hennig CZ s.r.o. [online]. [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.hennig-cz.com/index.php?id=24&L=%2Fetc%2Fpasswd>>
- [12] Hennlich Industrietechnik spol. s.r.o. [online]. [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.hennlich.cz/index.php?f=808>>
- [13] HESTEGO s.r.o. [online]. [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <<http://www.hestego.cz/>>
- [14] KABELSCHLEPP SYSTEMTECHNIK spol. s r. o. [online]. [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <http://www2.kabelschlepp.de/sk/index_sk.htm>

	Ústav výrobních strojů, systémů a robotiky	Str. 35
	BAKALÁŘSKÁ PRÁCE	

- [15] M-MOOS, spol. s.r.o. [on-line]. [cit. 2010-04-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.m-moos.cz/horizontkynove.html>>
- [16] Omron Electronics spol. s.r.o. [online]. [cit. 2010-04-09]. Dostupné z WWW: <<http://industrial.omron.cz/cs/products/catalogue/safety/default.html>>
- [17] P.E.I. GmbH [online]. [cit. 2010-03-12]. Dostupné z WWW: <http://www.veemtrading.cz/produkty.php?menu2=produkty/produkty_pei&titulek=titulky/produkty_pei>
- [18] Siemens AG [online]. [cit. 2010-04-09] Dostupné z WWW: <<http://www1.siemens.cz/ad/current/file.php?fh=5ee293b7d6&aid=2071476&PHPSESSID=71782c2e56c65548b5cc817819cd81bc>>
- [19] TOS KUŘIM – OS, a.s. [online]. [cit. 2010-04-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.tos-kurim.cz/vyrobní-program/univerzální-stroje/obrabecí-centra-s-posuvným-stojanem/fu/>>
- [20] TOS VARNSDORF a.s. [online]. [cit. 2010-04-23]. Dostupné z WWW: <<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/produkty/horizontální-obrabecí-centra/prima/krytování-stroje.html>>
- [21] VAE ProSys s.r.o. [online]. [cit. 2010-04-09]. Dostupné z WWW: <http://www.vaeprosys.cz/Dokumentace/Elektronické_přístroje/Prospekt_C5_70_CZ.pdf>
- [22] Norma ČSN EN 953+A1 *Bezpečnost strojních zařízení – Ochranné kryty – Všeobecné požadavky pro konstrukci a výrobu pevných a pohyblivých ochranných krytů*. ÚNMZ Praha, 2009
- [23] Norma ČSN EN 1088+A2 *Bezpečnost strojních zařízení – Blokovací zařízení spojená s ochrannými kryty – Zásady pro konstrukci a volbu*. ÚNMZ Praha, 2008
- [24] Norma ČSN EN 12415 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Malé číslicově řízené soustruhy a soustružnická centra*. ÚNMZ Praha, 2001
- [25] Norma ČSN EN 12417+A2 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Obráběcí centra*. ÚNMZ Praha, 2009
- [26] Norma ČSN EN 13128+A2 *Bezpečnost obráběcích a tvářecích strojů – Frézky (včetně vyvrtávaček)*. ÚNMZ Praha, 2009
- [27] Norma ČSN EN ISO 13857 *Bezpečnost strojních zařízení – Bezpečné vzdálenosti k zamezení dosahu k nebezpečným místům horními a dolními končetinami*. ÚNMZ Praha, 2008

8. Seznam použitých zkratk a symbolů

Značka	Jednotka	Popis
B	[m]	- maximální průměr nástroje, který může být upnut do vřetene frézovacího stroje, respektive maximální průměr obrobku, který může být upnut do sklíčidla soustružnického stroje
J_c	[J]	- teoretická energie nárazu
J_m	[J]	- měřená energie nárazu
m	[kg]	- hmotnost projektilu
n	[s ⁻¹]	- maximální frekvence otáčení vřetene
v_c	[m.s ⁻¹]	- maximální řezná, respektive obvodová rychlost
v_m	[m.s ⁻¹]	- měřená rychlost nárazu