VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ
BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ
ÚSTAV KONSTRUOVÁNÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING
INSTITUTE OF MACHINE AND INDUSTRIAL DESIGN

PŘENOSNÝ BRUSNÝ MODUL
MOBILE GRINDING MODULUS

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE
BACHELOR´S THESIS

AUTOR PRÁCE MARTIN LUX
AUTHOR

VEDOUCÍ PRÁCE ING. MICHAL ČERNÝ, CSC.
SUPERVISOR

BRNO 2010

ABSTRAKT

Cílem bakalářské práce je konstrukční návrh přenosného brusného modulu fasety pro daný řezný úhel u nestandardního ostří.

Klíčová slova: přenosný brusný modul, řezný úhel, ostří

ABSTRACT

The basic aim of this bachelor's thesis is design mobile grinding modulus facet for the cutting angle of non-standard edge.

Key words: mobile grinding modulus, cutting angle, edge

Bibliografická citace:
LUX, M. *Přenosný brusný modul.* Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2010. 44s.
Vedoucí bakalářské práce doc. Ing. Michal Černý, Csc.

ČESTNÉ PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že tuto bakalářskou práci *Přenosný brusný modul* jsem vypracoval a napsal samostatně, pod vedením vedoucího bakalářské práce Ing. Michala Černého, CSc. a uvedl v seznamu všechny literární a odborné zdroje.

V Brně dne 18. května 2010

_____

vlastnoruční podpis autora

PODĚKOVÁNÍ

Na tomto místě bych chtěl poděkovat Ing. Michalovi Černému, CSc. za podklady, rady a připomínky k mé práci, díky kterým mohla být tato bakalářská práce vypracována.

OBSAH

OBSAH **9**
ÚVOD **10**
1 BROUŠENÍ **11**
1.1 Historie broušení 11
1.2 Broušení všeobecně 12
1.3 Brusné materiály 12
1.3.1 Přírodní brusné materiály 12
1.3.2 Syntetické brusné materiály 13
1.3.3 Historie brusných materiálů 13
2 BROUŠENÍ NOŽŮ **14**
2.1 Nožířské materiály 14
2.2 Anatomie nože 15
2.3 Typy čepelí 16
2.4 Typy výbrusů na čepelích 17
2.5 Přínos broušení ostří 19
3 NÁSTROJE NA OSTŘENÍ **20**
3.1 Tyčové brusné nástroje 20
3.1.1 Keramické brusné tyčinky 20
3.1.2 Diamantové brusné tyčinky 21
3.2 Šterbinové brusné nástroje 22
3.3 Brusné kameny 23
3.3.1 Přírodní brusné kameny 23
3.3.2 Kameny z oxidu hliníku 25
3.3.3 Keramické kameny 25
3.3.4 Diamantové kameny 26
3.4 Brusné sady s vodícím segmentem 27
3.4.1 Slide Sharp System 27
3.4.2 Lansky Deluxe Sharpening System 28
3.4.3 DMT Aligner 29
3.4.4 Edge Pro Sharpening System 30
3.5 Elektrické brousky 31
4 NÁVRH BRUSNÉHO MODULU **32**
4.1 Řešený problém 32
4.2 Postup řešení 30
4.2.1 Nedostatky současného řešení 32
4.2.2 Návrh vyhovujícího pohybu 33
4.3 Návrh variant řešení 34
4.3.1 Koncepce brusného modulu I 34
4.3.2 Koncepce brusného modulu II 38
4.4 Výběr a zhodnocení varianty 40
5 ZÁVĚR **41**
6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ **42**
7 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ **43**
8 SEZNAM PŘÍLOH **44**

ÚVOD

V předkládané bakalářské práci je konstrukčně řešena problematika broušení ostří na dlouhých čepelích (s většími délkami ostří), která v současné době není řešena na vyhovující úrovni. Chceme-li, aby řezný nástroj dobře sloužil a měl čistý tj. přesný řez, je především důležité udržovat ostří připravené pro stanovený úkol, ať už se jedná o mačety, dýky, řeznické nože, kapesní nože nebo třeba nože na papír, fólie apod. Abychom mohli říci, že máme nůž správně nabroušený, tak je nutné dodržet především geometrii břitu. Profesionální vzhled fasety lze získat i tím, že pošleme nůž na přebroušení do firmy, která se broušením nástrojů zabývá, druhou a poněkud levnější variantou pro více nástrojů a časově neomezenou je brousit si ostří ručně. Pokud ovšem použijeme obyčejný brusný kámen či tzv. ocílku bez dostatečných empirických znalostí nebo jiný laický náhradní postup, nikdy nedosáhneme konstantního řezného úhlu ostří fasety po celé délce čepele. Ve světě existuje několik variant, jak dosáhnout uspokojivého výsledku i při ručním, tzv. domácím broušení. Nikoliv však pro čepel delší než 10*cm*! Cílem této práce je tedy nejen rešeršně seznámit s aktuálně dostupnými řešeními na broušení řezného nástroje a to z pohledu obou abrazivně se stýkajících materiálů během brusného procesu, ale i představit vlastní konstrukční návrh přenosného brusného modulu, se kterým lze dosáhnout kvalitního výsledku při již zmíněném domácím, resp. poloprofesionálním ručním broušení, a to i u dlouhých řezných faset.

1 BROUŠENÍ

1.1 Historie broušení

V uplynulých 2000 letech západní civilizace používala jako etalon ostrosti alespoň tři přírodní předměty. Po dobu prvních 1500 let to byl hadí zub. Jak postupně vycházel hadí zub z módy začalo se po dobu dalších zhruba 100 let říkat ostrý jako připínáček. Když už připínáček nebyl dost „ostrý“ začalo se říkat ostrý jako břitva, což se ostatně používá dodnes.
Historie broušení se ve skutečnosti píše od doby, co byli objeveny brusné materiály a pokračovala s tím jak se vyvíjeli brusné nástroje, které člověk používal k výrobě předmětů, jenž mu zajišťovali přežití, popřípadě i osobní pohodlí. Příběh začíná již u

Obr. 1-1 *První broušené nástroje* [1]

pravěkého člověka, který zjistil, že nemusí štípat nástroj z pazourku, ale že může nabrousit tento tzv. „pazourkový nůž “ třením o pískovec, popřípadě o hrubou skálu. V pozdější době, ještě před vynálezem keramiky, se používalo brusiva na výrobu nádobí. Již staří Egypťané, také znali broušení, pomocí kterého opracovávali velké kamenné bloky používané na stavbu pyramid. U Egypťanů má počátek i samotné broušení kovů, jehož původ souvisí s objevením metalurgie kovů. Než člověk vymyslel brusný proces s ručním pohonem, uplynulo mnoho století. V průběhu staletí se broušení stalo velmi ceněným uměním především díky ostření nástrojů a tvorbě ornamentů. Ve Středověku až do dob průmyslové revoluce se používalo brusných materiálů převážně k ostření a leštění nástrojů, zbraní a brnění. Intenzivní rozvoj broušení nastal teprve v druhé polovině 19. století, v době rozmachu strojírenství. Od této doby se stalo broušení jednou z velmi produktivních metod přesného obrábění materiálů. V dnešní době tvoří broušení kolem 20-25% celkového strojního obrábění [16]. Společnost by bez broušení nemohla prosperovat. Téměř vše, co používáme, je broušené. Jak bychom mohli naostřit řezné nástroje pro řezání, frézování, soustružení a vrtání bez znalosti broušení? Jak bychom mohli vyrábět kuličková ložiska pro stroje a vozidla bez finálních brusných operací u obou kroužků i valivého elementu?

1.2 Broušení všeobecně

Broušení se dá definovat jako hromadné mikrořezání neboli abraze vrstev materiálu na povrchu tělesa za pomocí jemných zrn brusiva. Tato zrna jsou používána k broušení jak ve volné formě v podobě prášků či brusných emulzí, nebo ve formě vázané v podobě brusných segmentů, kotoučů nebo brusných kamenů.
Broušení obecně se vyznačuje velkou produktivitou, která je dána velikostí obroušené plochy za jednotku času a dále pak kvalitou povrchu. Ostrostí zrn brusiva je umožněno odebírání velmi malých třísek při vzniku relativně malých deformací materiálu. Tato technologie umožňuje obrábění i velmi tvrdých materiálů jako jsou slinuté karbidy, nástrojová ocel, minerály atd.
Broušení se od obrábění pomocí klasického ocelového nástroje liší především v geometrii břitu nástroje. Brusné zrno má, na rozdíl od obráběcího nástroje, vždy záporný úhel čela břitu. Tento břit není souvislý a je dělený pro každé zrno zvlášť.
V mnohých ohledech se broušení podobá opotřebovávání součástí, jako by byla namáhána třením, tzv. abrazí. Avšak od tření se liší v tvrdosti plochy, která je u broušeného tělesa mnohem nižší, kdežto zrna, které jsou na povrchu brusného nástroje, jsou mnohonásobně tvrdší. Také hrubost brusné plochy je při broušení mnohem vyšší než u broušeného tělesa (struktura povrchu!).
Samotné broušení nástroje je v podstatě proces deformace ostrou hranou určité geometrie, o určitém úhlu, který je umístěn na kotouči - nástroji, určeném k odběru broušeného materiálu.
Základní podmínkou, která musí být splněna při broušení, je již zmíněná rozdílná tvrdost. Brusný nástroj musí mít vyšší tvrdost, než materiál, který chceme brousit.

1.3 Brusné materiály

Brusné materiály lze z pohledu původu rozdělit na dvě skupiny:
– přírodní (získané úpravou přírodního kamene)
– syntetické (slinované, resp. homogenizované a uměle připravené hmoty)

1.3.1 Přírodní brusné materiály

Jako přírodního brusiva se v dnešní době používá korund, smirek a křemen.

Korund – Minerál, který se skládá převážně z krystalického oxidu hlinitého (Al_2O_3, kterého je 80-90%) s příměsí dalších minerálů [17]. Tento materiál je velmi tvrdý a nepříliš křehký. Přírodní korund krystaluje v hexagonální krystalové soustavě.

Smirek – Minerál založený na bázi krystalického oxidu hlinitého, který obsahuje maximálně 60% Al_2O_3 [17]. Podle obsahu vedlejších příměsí se snižují jeho brusné vlastnosti.

Křemen – Minerál obsahující hlavně oxid křemičitý (SiO_2) až do obsahu 97% [17].

1.3.2 Syntetické brusné materiály

1.3.2

Umělá brusiva se získávají tavením v pecích a po jejich vychladnutí se drtí na zrno a prášek. V hojné míře používané uměle vyráběné materiály jsou umělý diamant, kubický nitrid boru, elektrokorund, karbid křemíku a karbid boru.

Umělý diamant – Získává se pomocí katalyzátoru z materiálů, které obsahují uhlík (grafit, případně saze nebo dřevěné uhlí). Za vysoké teploty a tlaku se mění krystalická hexagonální mřížka grafitu na mřížku diamantu – krychlovou.

Kubický nitrid boru – Je velmi tvrdý materiál, který byl vynalezen v roce 1957. Skládá se z 43,6% boru a 56,4% dusíku [17]. Jeho krystalická mřížka se podobá diamantové.

Elektrokorund – Je to krystalický oxid hlinitý (Al_2O_3), který se získává vytavením bauxitu v elektrických pecích. Podle obsahu oxidu hlinitého rozlišujeme dále elektrokorund na normální, bílý a monokorund.

Karbid křemíku – Je sloučenina křemíku s uhlíkem (SiC), jenž se vyrábí v elektrických pecích za teploty 2 100 až 2 200 °C [17]. Základní surovinou pro výrobu je křemenný písek, koks a antracit.

Karbid boru – Obsahuje krystalický karbid boru (B_4C) kterého je až 94% a malé množství příměsí [17]. Vyrábí se z technické kyseliny borité (B_2O_3) a uhličitého materiálu s malým obsahem popela ropného koksu.

1.3.3 Historie brusných materiálů

1.3.3

Jediný brusný materiál, který znal pravěký člověk byl pravděpodobně křemík ve formě písku, oblázku a pískovce. Ostatní brusné přírodní materiály jsou známe až od starověku, kdy se objevil smirek, granát a diamant. Hodnotu smirku, jakožto brusiva znali již staří Řekové a Římané. Diamanty se začali těžit přibližně kolem roku 800 - 600 př. n. l. v Indii. Jedna z první zmínek o použití diamantového prášku k broušení je z 15. století z Belgie, kde se používal při výrobě hodin.

2 BROUŠENÍ NOŽŮ

2.1 Nožířské materiály

Řezné nástroje a nože obecně mohou být vyrobeny z mnoha ocelových a pseudoocelových materiálů. Každý z materiálů má své výhody i nevýhody.

Uhlíková ocel – Je kalitelná slitina železa a uhlíku, která se dá nabrousit tak, že je velice ostrá, dobře drží ostří a dá se snadno přebrousit. Nevýhodou je její náchylnost ke korozi.

Nerezová ocel – Je slitina železa, uhlíku (malé procento), chrómu (nad 14%) [15], niklu a molybdenu. Ostří z toho materiálu nejde nabrousit na takovou ostrost jako když je vyrobeno z uhlíkové oceli. Výhodou naopak je vysoká odolnost proti korozi.

Vysokouhlíková nerezová ocel – Obsahuje vyšší množství uhlíku než uvedená nerezová ocel, což má za následek zlepšení vlastností oceli (je kalitelná). V podstatě se v ní pojí dobré vlastnosti uhlíkové a nerezové oceli. Čepele se nezbarvují ani neflekatí korozními zplodinami a zároveň dobře drží ostré ostří.

Vícevrstvé materiály – V podstatě se jedná o skování dvou a více materiálů na sebe. Čepel vyrobená z těchto materiálů pak má vlastnosti každého z nich. Na příklad plát tvrdé, křehké oceli může být zakován mezi dva krajní pláty, které jsou vyrobeny z měkké, nerezové a houževnaté oceli. Takto vyrobená „sendvičová“ čepel je velmi ostrá a zároveň i odolná proti fragmentaci.
Druhou možností výroby vrstevnatého materiálu je jeho překládání. Kovářsky se svaří ocelové pláty (různé druhy oceli, které se liší nejen odstínem šedi, ale i obsahem uhlíku a dalších legujících prvků) a potom se mohou po vybroušení leptat za účelem získání charakteristických, např. vrstevnicových obrazců. S ohledem na počet přeložení a opětovného prokování mohou čepele mít desítky až tisíce vrstev (damašková ocel).

Titan – Je houževnatější a pevnější než podeutektoidní ocel, lépe odolává korozi (blesková pasivace vrstvou TiO_2) a má obecně lepší poměr pevnost/měrná hustota než ocel. Právě skutečnost, že je měkčí než ocel, tak ho nelze ani tak dobře nabrousit. Intermetalické sloučeniny v jeho slitinách (wolfram, vanad) umožňují dosáhnout vysoké odolnosti řezné fazety proti opotřebení.

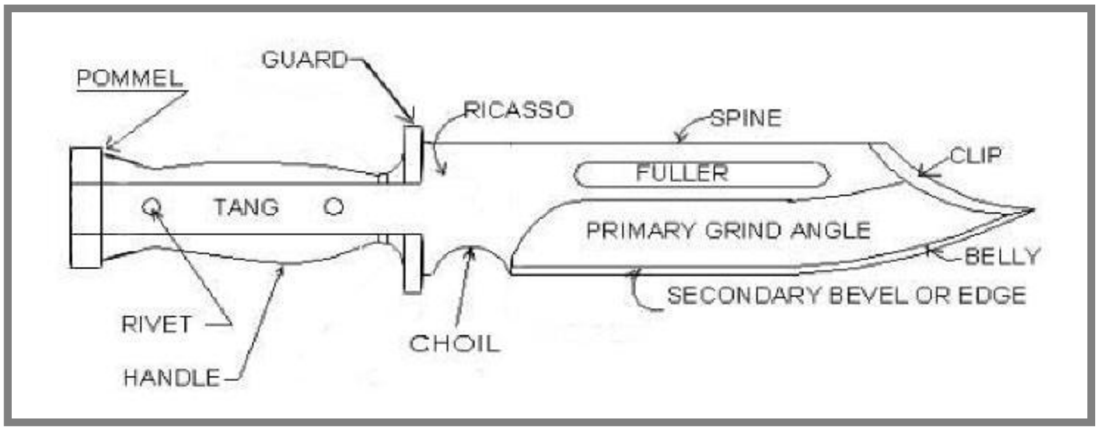
Keramika – Nože z keramiky (např. Al_2O_3, ZrO_2 apod.) jsou velmi tvrdé a křehké. Jejich ostří vydrží velmi dlouho ostré a nepotřebuje žádnou údržbu. Zároveň vůbec nepodléhají korozi. Zato jsou však velice křehké (malá odolnost proti dynamickému namáhání), v případě namáhání na ohyb dochází ke štípání a fragmentaci čepele lasturovým lomem.

Práškové oceli – Jsou vyrobeny technologií, jakou se vyrábí slinuté karbidy. Lze „namíchat koktejl“ jejich vlastností. V současné době je to nejkvalitnější nožířský materiál ocelového charakteru (ZDP189, CPM S30V). Atomizovaná ocel (roztavená ocel se specielním chemickým složením je sprayovaná do tekutého dusíku, následně

objemově tvářená a v konečné fázi tepelně zpracovaná – zušlechtěna) je nejen tvrdá (až 68 HRC), korozivzdorná, ale současně i poměrně houževnatá (nad 60 J(!)) [2].

Plasty – Nože z nich vyrobené jsou většinou na jedno použití. Aby byli alespoň trochu funkční, mívají ve většině případů zoubkované ostří a většinou se nebrousí. Při broušení vzniká otřep, který znehodnocuje řeznou efektivitu nástroje v důsledku deformace (ohybu) tohoto otřepu.

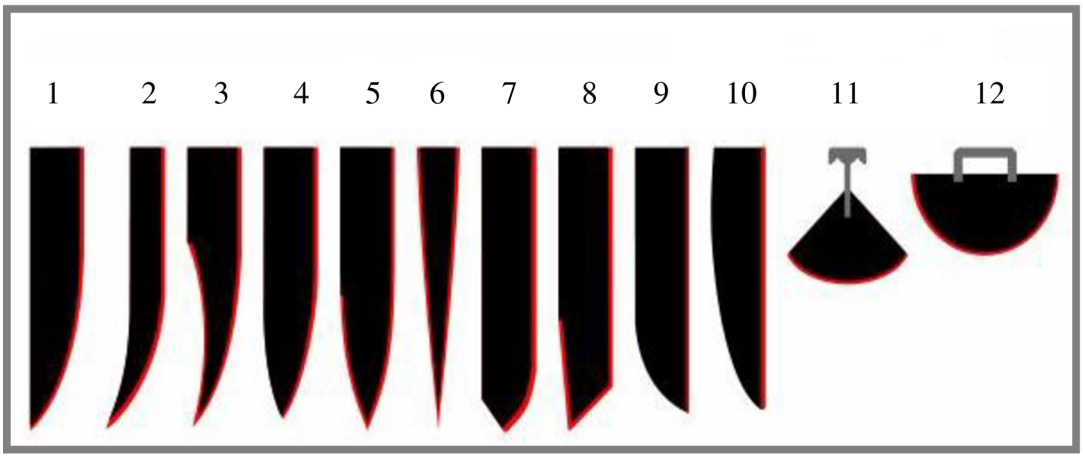
2.2 Anatomie nože



Obr. 2-1 *Anatomie nože* [2]

Pommel	–	kovové zakončení rukojeti
Rive	–	nýty, případně šrouby spojující čepel se střenkami
Tang	–	trn
Handle	–	rukojeť
Guard	–	zarážka, která chrání ruku před zraněním
Ricasso	–	většinou je to nejtlustší část čepele, kde se také tloušťka čepele měří
Choil	–	umožňuje lepší přístup při broušení a někdy funguje i jako opěrka pro ukazováček ruky
Spine	–	hřbet čepele
Fuller	–	tato prohloubená drážka uvolňuje přetlak při bodnutí a může sloužit i pro vyvážení nože
Clip	–	specifická křivka pro některé typy nožů
Primary grind angle	–	primární úhel ostří
Belly	–	překlad z angličtiny „břicho“, podle obrázku je název celkem výstižný
Secondary bevel	–	sekundární ostří

2.3 Typy čepelí



Obr. 2-2 *Typy čepelí* [2]

1-Normální – Má zakřivené ostří a plochý hřbet. Křivka soustředí síly na malém místě, tím je usnadněno řezání. Tímto nožem lze krájet stejně jako bodat.

2-Zakřivená – Čepel, která má zakřivenou zadní hranu. Nůž je lehký, ale s větším zakřivením a celková délka čepele je pomyslně větší.

3-Clip-Point – Je jako normální čepel. Má do hloubky vybranou a přihnutou špicí, hrot může být tenčí a ostřejší. Zadní okraj klipu může mít falešné nebo skutečně nabroušené ostří. Ostrý hrot je užitečný pro bodání nebo pro řezání v úzkých místech. Pokud je horní okraj broušený zvyšuje jeho účinnost při pronikání. Tento tvar čepele je typický pro *Bowie* nože.

4-Drop-Point – Má nesymetricky konvexní tvar hrotu. To umožňuje snadnější bodání. Drop-point čepele mají často kapesní švýcarské armádní nože.

5-Spear-Point – Má tvar špičky kopí. Je symetricky konvexní s vystouplou páteří ve středu, která ho zpevňuje. Typický pro dýky a vrhací nože. Může být broušen oboustranně nebo pouze z jedné strany a druhá strana má ostří pouze falešné.

6-Needle-Point – Je symetrický trojúhelník, velmi zúžený, většinou má oboustranné ostří je primárné určeno k boji. Dlouhý, úzký hrot usnadňuje penetraci, ale je náchylné k prasknutí. I když se často označuje jako nůž, je to v podstatě vždy dýka.

7-Spay-Point – čepel používaná pro sterilizace a stahování zvířat.

8-Westernised Tanto Style – Je to zdánlivě podobná čepel jako na většině japonských dlouhých a krátkých mečů (*katana* a *wakizashi*). Tradiční japonské *tanto* ostří ale používá spíš normální přímý tvar.

9-Sheepfoot – Je v podstatě obrácená normální čepel, kde ostří je zcela rovné a zahnutý je hřbet.

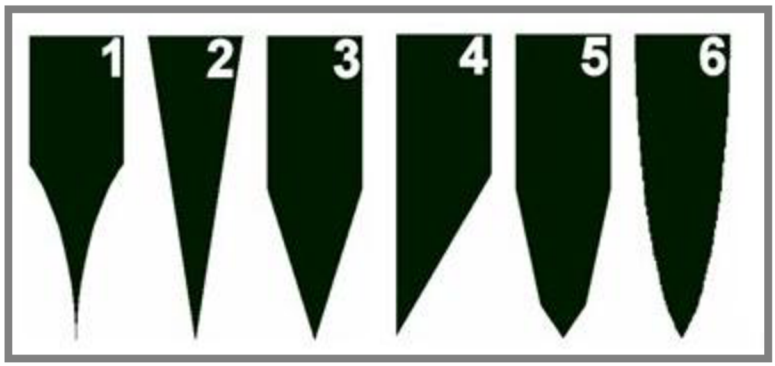
10-Wharncliffe – Je podobná profilu ovčí nohy, ale křivky zadní hrany začínají blíže k rukojeti a jsou pozvolnější. Čepel je mnohem pevnější než normální nůž srovnatelné velikosti.

11-12-Ulu – Čepel je nabroušený segment kruhu. Tento typ nože má rukojeť ve středu. Je to dobrý pro škrábání, porcování a někdy i sekání. Je to nejrobustnější tvar nože. Polokruhová verze se objevuje i jinde ve světě než u Eskymáků a nazývá se „head knife“. Je používán ke stahování a škrabání kůže.

2.4 Typy výbrusů na čepelích

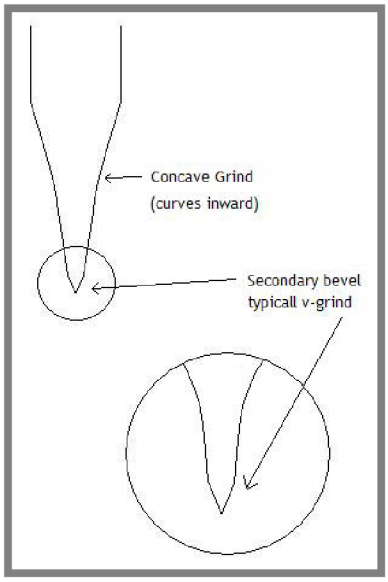
2.2

Tvar výbrusu je v podstatě částečný řez ostřím.



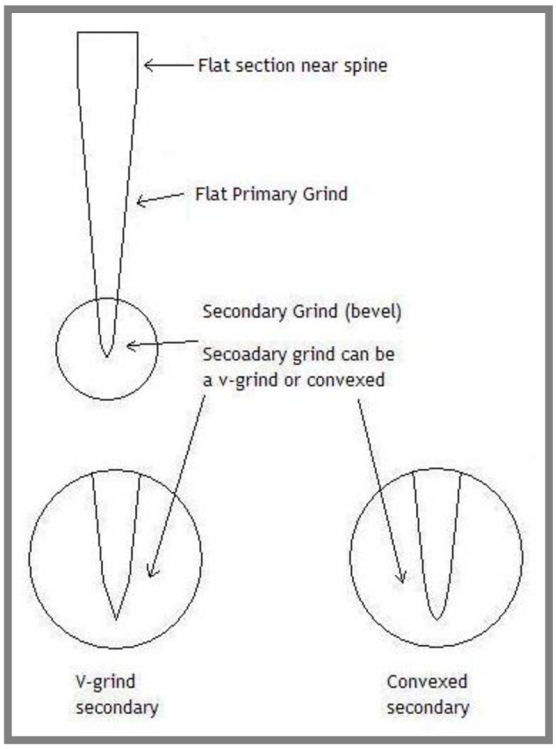
Obr. 2-3 *Typy výbrusů* [2]

1-Dutý výbrus – Souměrně konkávně vybrané ostří vytváří velmi ostré ostří, ale toto tenké ostří je náchylnější k poškození než u jiných výbrusů. Je nevhodný pro sekání nebo řezání tvrdých materiálů. Dutě broušené jsou třeba břitvy. V některých případech může být řezné ostří zakončeno konvexně (Obr. 2-4) pro zvýšení odolnosti.



Obr. 2-4 *Konvexní zakončení dutého výbrusu* [2]

2-Plochý výbrus – Zužuje se po celé délce z obou stran. Je těžší ho nabrousit, protože se musí kov odstranit po celé délce. Faktor, který omezuje jeho komerční využití je menší trvanlivost ostří, což je daní za větší ostrost. Používá se třeba u finských *Puukko,* nebo u většiny kovaných nožů do kuchyně. Výbrus může být zakončen do tvaru „V“, nebo konvexně (Obr. 2-5).



Obr. 2-5 *Konvexní zakončení plochého výbrusu* [2]

3-Šavlový výbrus – Rovná plocha je zhruba v půlce zkosená. To vytváří trvanlivější kraj pro dynamický impakt na úkor některých řezných schopnosti.

4-Sekáčový výbrus – Dlátovitý výbrus pouze na jedné straně (často v úhlu 20 až 30°). Používá se u některých japonských nejen kuchyňských nožů. (Lehké broušení!) [2].

5-Dvojitý trojúhelníkový výbrus – Podobný jako šavlový, ale konečný úhel řezného ostří je tupější. Trvanlivost a odolnost je upřednostněná před ostrostí. Některá ostří jsou zakončena konvexně

6-Konvexní výbrus – Souměrně a postupně se zužující ostří, trojúhelník je na rovnostranných ramenech, tvořících boky čepele, konvexně zakřivený, (opačně než dutý konkávní výbrus). Ostří zůstává robustní i při vysoké ostrosti. Někdy je nazýván sekerovým nebo čočkovým výbrusem. Je velmi náročné na broušení, nelze použít běžnou úhlovou sadu, ale mistrovství brusiče-profesionála.

2.5 Přínos broušení ostří

Broušení nožů je dobře propracovaná a historicky prověřená činnost při péči o tohoto nejstaršího pomocníka člověka. Snaha o dosažení co nejlepších řezných účinků vede přes kompromis mezi penetračními vlastnostmi (pronikání čepele do řezaného materiálu) až po odolností fasety čepele proti jejímu materiálovému porušení (plastické deformace fasety u měkčích ocelí, křehké porušování velmi křehké a tvrdé oceli mikrotrhlinami, které vedou i k vylamování ostří až po „vydrolování“ karbidů z fasety u super-slitinových řezných materiálů). Ostřením se regeneruje a upravuje řezný úhel, který byl z pohledu uvedeného kompromisu odborníky stanoven na cca 20°. Pro sekání se zvětšuje hodnota úhlu až na 30°. Čím více se použití čepele, tj. ostří blíží hladkému tlakovému řezání (holení břitvou), tím více klesá hodnota řezného úhlu k hodnotě 10° (výjimečně i méně!) [2]. Význam dokonalosti provedení řezné geometrie je u všech typů výbrusů prvořadá. Když se ale odmyslí případ tupého nástroje s poloměrem zaoblení fasety více než 10μm(!) [2] je dalším negativním dopadem nepatřičné geometrie fasety variabilní úhel řezu, který se může pohybovat v rozmezí nadměrného odporu proti vnikání nástroje na jedné straně (velký úhel), až po efekt svírání v místě belly (Obr. 2-1) na straně druhé (malý úhel). Oba případy brání plynulosti v procesu řezání. Proto je zachování konstantního úhlu řezu velmi důležitou podmínkou hladkého řezání. Stejně tak je důležitá i struktura povrchu fasety. Ta se mění v závislosti na způsobu řezání. U tlačného řezu s malým úhlem je vítaná hladká faseta (břitvy) u řezání tahem je přínosem faseta modifikovaná jemným reliéfem, vytvořeným zrny brusiva, tzv. mikrozuby. Je tedy přímo funkcí metody broušení.

3 NÁSTROJE NA OSTŘENÍ NOŽŮ

3.1 Tyčové brusné nástroje

3.1.1 Keramické brusné tyčinky

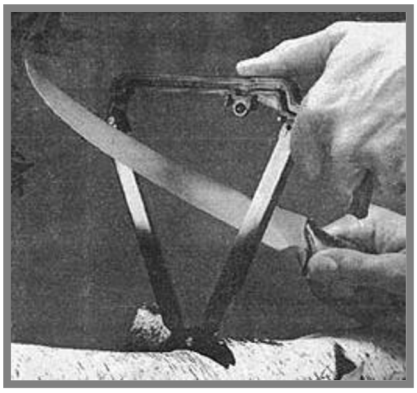
Keramické brusné tyčinky, známé také jako „crock sticks“, jsou odlišné od brusných kamenů. Tyčinky jsou upevněny v podstavci pod určitým úhlem a ostří je po nich vedeno směrem dolů, jak když krájíte. Úhel broušení můžete měnit naklápěním nože vůči tyčinkám. Mnoho z těchto typů brousků se dodává pouze s jednou sadou brusných tyčinek, takže jejich použití je celkem omezené. Výjimkou je brousek *Tri-Angle Sharpmaker* (Obr. 3-1) od firmy *Spyderco*. V sadě jsou tři páry keramických (Al_2O_3) tyčinek a to středně hrubé, jemné a ochranné. Každá z tyčinek má trojúhelníkový tvar se zaoblenými hranami, což dovoluje brousit i zoubkované ostří. Tyčinky jsou upevněny tak, že můžete brousit buď agresivně a rychle nebo můžete vytvářet hladký brus pomalu. tento brusný set umožňuje brousit ostří pod úhly 40°, 30° a 12,5° [3]. Drážky, které jsou v kamenech umožňují brousit například rybářské háčky nebo šipky. Důležité u toho systému je to, že broušení probíhá zcela bez lubrikace, takže nevzniká mazlavý odpad. Zručnost je nezbytně nutná!

Obr. 3-1 *Tri-Angle Sharpmaker* [2]

V podstatě stejné uložení tyčinek používá i brusná sada od firmy *Lansky* (Obr. 3-2). Tyčinky od tohoto výrobce mají kulatý tvar. V sadě jsou dodávány také tři typy tyčinek, avšak všechny tři páry jsou brusné, jako ochrana zde slouží plastová krytka.

Obr. 3-2 *Brusný tyčinkový systém od firrmy Lansky* [3]

Mobilnější obdobou tohoto systému (také od firmy *Lansky*) je skládací brousek *Fold-A-Vee* (Obr. 3-3). Je snadno přenosný protože se dá skládat, nabízí dvě polohy nastavení úhlu broušení. Tento model je využíván převážně na broušení rybářských a loveckých nožů.

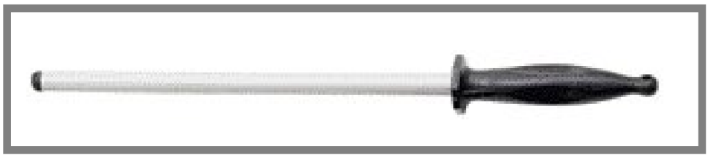


Obr. 3-3 *Brusný systém Fold-A-Vee od firrmy Lansky* [3]

3.1.2 Diamantové brusné tyčinky

3.1.2

Pod pojmem diamantová brusná tyčinka se neskrývá diamantová tyč, ale pouze tyč ocelová a do jejího povrchu zalisovaný diamantový prach. Příkladem může být brousek *Fallkniven Diamond*. Jeho pracovní část je opatřena speciální vrstvou TiAlN (Titanium-Aluminium-Nitride) s vysokou tvrdostí, který prodlužuje životnost nástroje 2-7krát a zvyšuje i kvalitu broušených povrchů.



Obr. 3-4 *Brousek Hewlett Three Step Kitchen Diamond* [2]

Při broušení tímto nástrojem vznikají na řezné fasetě jemné mikrozuby, které ulehčují řezání. Stejné vlastnosti nabízí například i brousek *Hewlett Three Step Kitchen Diamond* (Obr. 3-4). Již z názvu je patrné, že je brousek odstupňován a nabízí tři oddělené segmenty s odlišnou drsností. Tyto diamantové brousky lze sehnat i v „mini“ provedení, které je ale vhodné pouze pro jemnější ostření, velmi tupá nebo dokonce poškozená faseta by s tímto typem brousku v podstatě ani nabrousit nebo opravit nešla. Příkladem „mini“ provedení může být brousek *Ultra-Tek Blade Sharpener 2536* od firmy *Kershaw* (Obr. 3-5), který má oválnou brusnou tyčinku jenž se dá zastrčit do hliníkového pouzdra.

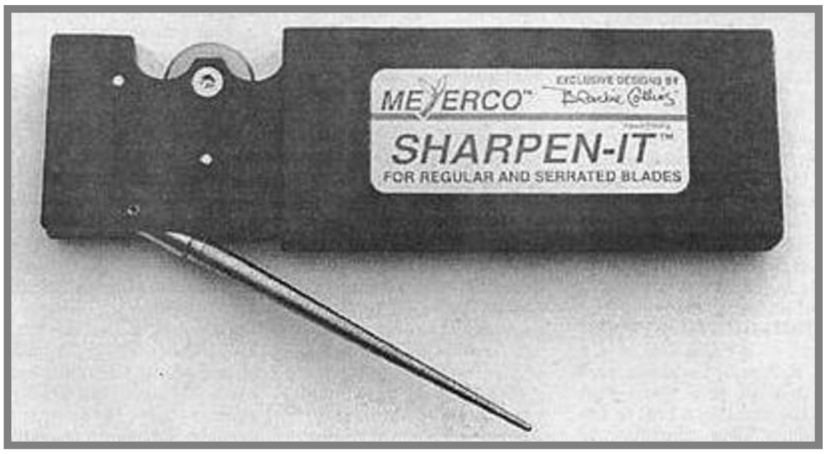
Obr. 3-5 *Brousek Ultra-Tek Blade Sharpener* [3]

3.2 Šterbinové brusné nástroje

Na trhu je spousta štěrbinových brusných nástrojů, které slibují jednoduché broušení. Teoreticky vezmete nůž a párkrát s ním projedete a měl by být ostrý. Většina z nich jsou laciné triky, které jsou pro naivní zákazníky, avšak některé z nich přeci jen dokážou naostřit. Nejjednodušší brousky z toho typu používají wolframové karbidy uložené do určitého úhlu (Obr. 3-6). Toto řešení obrousí kov z hrany a zanechá ji ostrou, ale značně nepravidelnou. Vytvoří počáteční úhel, ale deformuje ostří (vyhnutí) a zároveň není žádná možnost, jak kontrolovat, resp. nastavovat profil ostří. Pokročilejší štěrbinové brousky využívají dvou párů keramických koleček, případně tyčinek - středně hrubé a jemné. Jejich schopnosti honování jsou dobré, zato je u nich velmi omezená schopnost nástroj nabrousit s větším úběrem.

Obr. 3-6 *Levný šterbinový brousek* [4]

Nástroj, pomocí kterého se jak dobře brousí tak i honuje je brousek *Sharpen- It* od firmy *Meyerco* (Obr. 3-7). Jsou v něm uloženy jak karbidové kolečka na primární broušení, tak i keramické kolečka na honování. Je zde také kuželovitý brousek na ostření zoubkovaného ostří.



Obr. 3-7 *Brousek Sharpen-It* [3]

Kvalitním typem stěrbinového brousku je levný model od firmy *Nomark* (Obr. 3-8). Jsou v něm umístěné dav páry keramických tyčinek, které jsou nastavené na 20° [3]. Šedé tyčinky jsou brusné a bíle honovací. Hodí se pro obnovu lehce tupého ostří.

Obr. 3-8 *Brousek od firmy Nomark* [3]

3.3 Brusné kameny

3.3

Měli by být tak dlouhé jako, nejdelší na nich broušený nůž.

3.3.1 Přírodní brusné kameny

3.3.1

Přírodní brusné kameny jsou jak kameny nacházející se v přírodě, tak i kameny upravené. *Washita* a *Arkansas* jsou přírodní těžené kameny, ale hodně z jejich nejlepších úložišť už jsou vytěženy. Kvalita je různá, a kámen dlouhý 20cm může

být jinak tvrdý na začátku a jinak tvrdý na konci. Mnoho kamenů, které se dnes prodávají jsou kameny zrekonstruované. Brusný materiál ze kterého jsou vyrobeny je *novaculite*. Je podobný pazourku nebo oxidu křemičitému. Dosahuje tvrdosti okolo 6,5 na Mohsově stupnici (Obr. 3-9) [3], což je jen o trochu víc než ocel.

Tvrdost	Látka	Chemický název	Chemický vzorec
1	mastek	kyselý metakřemičitan hořečnatý	$H_2Mg_3(SiO_3)_4$
2	sůl kamenná	chlorid sodný	$NaCl$
3	kalcit (vápenec)	uhličitan vápenatý	$CaCO_3$
4	fluorit (kazivec)	fluorid vápenatý	CaF_2
5	apatit		$Ca(PO_4)_3$
6	živec (ortoklas)	křemičitan hlinitodraselný	$KAlSi_3O_8$
7	křemen	oxid křemičitý	SiO_2
8	topaz		Al_2SiO_4
9	korund	oxid hlinitý	Al_2O_3
10	diamant	uhlík	C

Obr. 3-9 *Mohsova stupnice tvrdosti* [5]

Pravé Japonské (Obr. 3-10) a Řecké vodní kameny jsou také z přírodních zdrojů. Přírodní brusiva jsou velmi vhodné pro uhlíkové oceli, ale pro tvrdší nástrojové oceli, popřípadě nerezové vytvrzené ocelí jsou nevhodné.

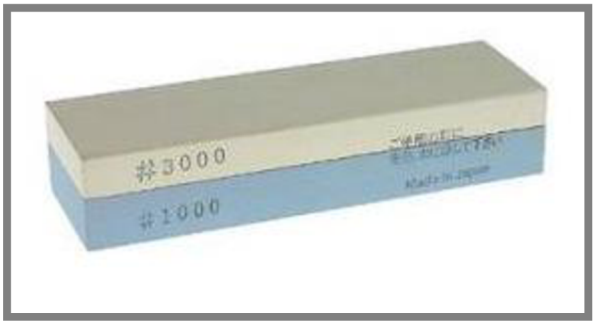
Obr. 3-10 *Japonský vodní kámen* [6]

I když nejlepších výsledků dosáhneme na suchém kameni, má brusný kámen tendenci se při broušení „ucpávat“ - zanášet ocelovým prachem a tak bychom jej měli smáčet vodou (v U.S.A. se používá při broušení jemný olej).

3.3.2 Kameny z oxidu hliníku

3.3.2

Oxid hliníku, který má tvrdost kolem 9,2 na Mohsově stupnici [3], je vsazen do porézní matrice, nebo je přilepen na rekonstruované kameny včetně Japonských vodních kamenů (resinové lepidlo) a Indických kamenů (glazura). Původně byl tento materiál získáván z přírody ve formě smirku a korundu, ale průmyslová výroba brusiva jeho výrobu kolem začátku 20. století přepracovala. Příkladem takového kamene může být kámen *Suehiro* (Obr. 3-11), který má z každé strany materiál s jinou zrnitostí.



Obr. 3-11 *Kámen Suehiro* [2]

Tyto kameny mohou být používány za sucha, případně může být použit olej. K jejich vyčištění je vhodné ředidlo na barvy.

3.3.3 Keramické kameny

3.3.3

Keramické kameny jsou vyrobeny z oxidu hliníku, popřípadě z karbidu křemíku. Karbid křemíku dosahuje tvrdosti okolo 9,5 Mohsovi stupnice a je schopný obrousit vše [3], kromě nástrojů z tvrdokovu. Firma *Spyderco* nabízí keramické kameny v široké škále velikostí i zrnitostí.

Obr. 3-12 *Kámen od firmy Spyderco* [2]

Keramické kameny by měli být používány pouze suché nebo s vodou. K jejich vymytí, pokud je to nutné, je vhodné použít čistící prášek.

3.3.4 Diamantové kameny

Průmyslové diamanty jsou nalisovány na ocelový hranol, a tento celek tvoří diamantový kámen. Diamant má tvrdost 10 na Mohsově stupnici, má tedy dle této stupnice i nejvyšší tvrdost. Používají se dva velice odlišné typy diamantů. Jeden je diamant monokrystalický, který vydrží déle, protože nepopraská tak rychle jako diamant polykrystalický. Polykrystalický diamat je samozřejmě levnější.
Hlavními výrobci diamantových brusných kamenů jsou firmy *DMT* a *Eze-Lap*. Firma *DMT* používá k výrobě monokrystalických diamantů. Zajímavým „kamenem“ je *Chef's Choice 400* (Obr. 3-13) od firmy *Edge Craft's*. Skládá se z velmi tenké diamantové vrstvy, která je uložena na magnetickém držáku.

Obr. 3-13 *Kámen Chef's Choice 400* [9]

Vrcholným výrobkem mezi diamantovými kameny je výrobek firmy *Fallkniven* (Obr. 3-14) na jehož povrch tvoří diamantový prach jehož zrna mají maximální velikost 25μm [2], a z druhé strany je kamen tvořen speciální vrstvou z umělého safiru.

Obr. 3-14 *Kámen od firmy Fallkinven* [2]

O zvlhčení diamantových kamenů platí to samé jako o kamenech keramických, brousit nasucho nebo pod vodou.

3.4 Brusné sady s vodícím segmentem

3.4.1 Slide Sharp System

Tento brusný systém vyrábí firma *CRKT*. Sada se skládá z dřevěné základy, do které se upevní kolmo brusná tyčinka, následně se na tuto tyčinku navlékne jedno ze dvou dodávaných vodítek, a na vrch brusné tyčinky se nasadí opěrka pro ruku. Systém pracuje tak, že do štěrbiny ve vodítku se vsune nůž a jak vodítko klouže dolů, tak zároveň nožem táhneme, jako když řežeme. Nevýhodou tohoto systému je, že můžeme nabrousit nůž pouze pod dvěma úhly, které jsou v podstatě dané vodítkem a dále je to orientace mikrozubů, které jdou souběžně s ostřím.

Obr. 3-15 *Slide Sharp* [2]

Obr. 3-16 *Použití systému Slide Sharp* [2]

3.4.2 Lansky Deluxe Sharpening System

Tento systém od firmy *Lansky* umožňuje přesně nabrousit fasetu nože pod vhodným řezným úhlem. tento systém se vyznačuje tím, že při jisté zručnosti lze dosáhnout velmi dobrých výsledků v naostření fasety. Nevýhodou je nepříliš pevné uchycení čepele a malé rozmezí úhlů, pod kterými lze čepel nabrousit. Sada je dobře skladná do malého kufříku, a obsahuje i speciálně vyrobený honovací olej. Sada obsahuje barevně odlišené honovací držáky které mají bezpečné ergonomické uchopení, navíc v porovnání se systémem *DMT,* každý držák má v sadě svou vlastní tyčinku.

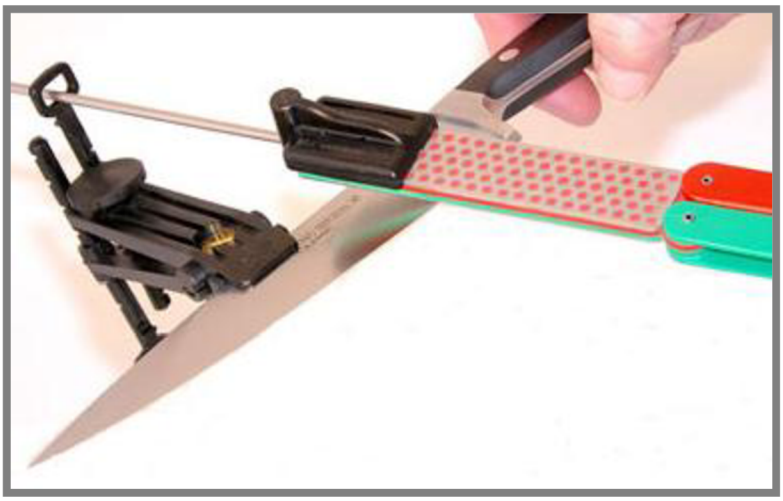
Obr. 3-17 *Systém Lansky Deluxe Sharpening* [7]

Obr. 3-18 *Použití Systému Lansky Deluxe Sharpening* [8]

3.4.3 DMT Aligner

Tento systém od firmy *DMT* na rozdíl od *Lanskeho* je určen pro broušení za sucha. Konstrukci lze připevnit k čepeli o něco lépe, nicméně, kvůli jeho plastové konstrukci není trvanlivost tohoto systému moc dlouhá. Nevýhodou je také pouze jeden držák na brusné destičky v balení, takže při každé změně hrubosti musíme destičku v držáku vyměnit. Při delších čepelích se také zmenšuje úhel směrem ke špičce. Výhodou je naopak dokonalá ostrost při dodržení všech zásad, a to především díky výborným brusným segmentům, který obsahují diamantový prach ukotvený v niklovém základu zalitém do plastu.

Obr. 3-19 *Systém DMT Aligner* [10]



Obr. 3-20 *Použití systému DMT Aligner* [11]

3.4.4 Edge Pro Sharpening System

Jako předchozí dva systémy, tak i tento je naváděn pomocí drátku. Nevýhodou tohoto systému oproti *Lansky* a *DMT* je jeho menší mobilita a možnost broušení čepele jenom z jedné strany, pak se musí nůž odepnout a znova uchytit z druhé strany. Naopak výhoda je v dobrém uchycení nože do držáku a především pak v plynulém a téměř libovolném nastavení velikosti úhlu broušení.

Obr. 3-21 *Systém Edge Pro* [12]

Obr. 3-22 *Použití systému Edge Pro* [3]

3.5 Elektrické brousky

Na trhu je mnoho elektrických přístrojů na broušení nožů. Většina z levných modelů sice dokáže nůž rychle nabrousit, ale špatně se kontroluje hloubka a brusný úhel. Těmito nástroji lze spíše nůž spolehlivě zničit než udržovat. Příkladem může být elektrický model *FireStone* (Obr. 3-23) od firmy *McGovan* který vytváří zubatou, roztřepenou hranu. Trochu si lze pomoci tak, že se použije toto zařízení vypnuté a nůž se brousí o zastavené brusné kameny. Docílíme tak lepších výsledků.

Obr. 3-23 *Brusný systém FireStone* [3]

Pravým opakem jsou drahé elektrické brousky, se kterými lze dosáhnout při troše cviku vynikajících výsledků. Příkladem může být model *Chef's Choice Edge Select* (Obr. 3-24). V zařízení je umístěn diamantový brusný kámen kruhového tvaru, který je vyrobený v U.S.A. Přístroj je konstruovaný na 3 operace, a to pro hrubé broušení, jemné broušení a leštění. Nožem musí být taženo plynule s přiměřenou přítlačnou sílou a tah by měl kopírovat tvar ostří.

Obr. 3-24 *Brusný systém Chef's Choice Edge Select* [2]

4 NÁVRH BRUSNÉHO MODULU

4.1 Řešený problém

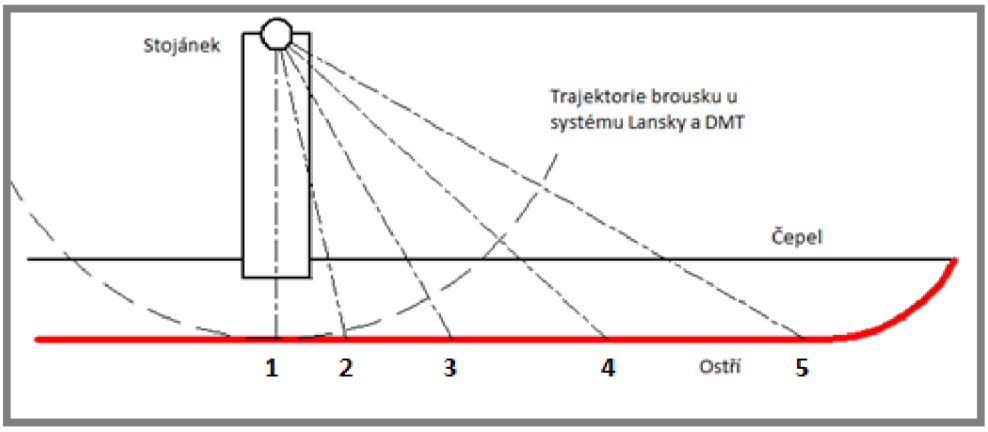
Cílem je návrh modulu, tak aby byl co nejuniverzálnější, byl použitelný jak pro krátké, tak i pro dlouhé rovné čepele, a aby bylo možné pomocí tohoto systém v co největší míře dodržet konstantní řezný úhel po celé délce ostří.

4.2 Postup řešení

Jako vzor poslouží brusné moduly *Lansky Deluxe Sharpening System* a *DMT Aligner*. Výhody těchto systémů zkombinuji a přidám vlastní myšlenku.

4.2.1 Nedostatky současného řešení

Hlavní problém systémů *Lansky* a *DMT* není ani tak v jejich uchycení k čepeli, ale v koncepci samotné. Brousek je při broušení naváděn pomocí drátku, který prochází jedním statickým očkem. Tvar hrany, při které by tento systém dodržel konstantní řezný úhel je zobrazen přerušovanou čarou (Obr. 4-1). Je zcela jasné, že pokud si nastavíme pevnou výšku stojánku, kterým prochází vodící drátek a bude-li se měnit půdorysná vzdálenost očka od jednotlivých bodů na ostří, tak se musí měnit i úhel, pod kterým ostří brousíme.

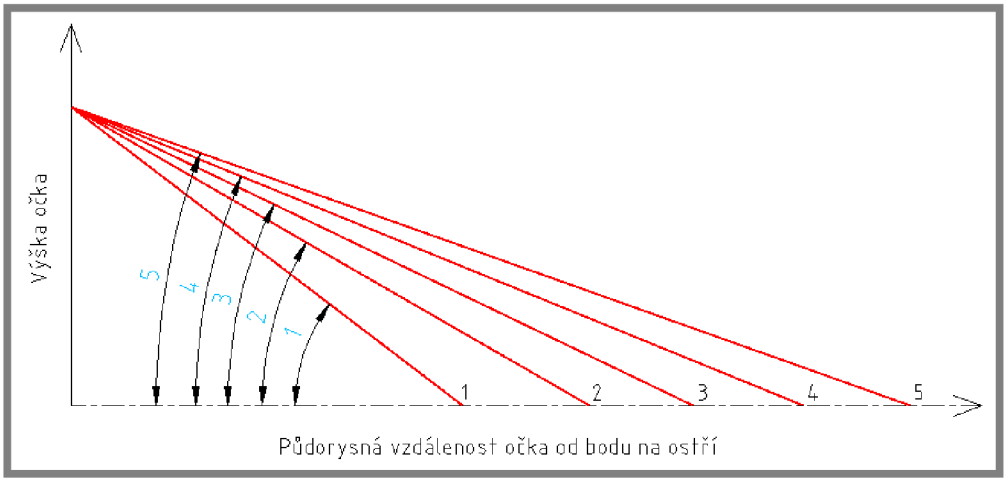


Obr. 4-1 *Schéma systémů Lansky a DMT*

Úhel broušení můžeme vypočítat ze vztahu (Obr. 4-2):

tg α = Výška stojánku / Půdorysná vzdálenost očka od ostří

Z obrázkuje tedy patrné, že koncepce těchto systémů je vhodná pro krátké zahnuté čepele, a nelze pomocí nich nabrousit dlouhá rovná ostří s konstantním řezným úhlem po celé jejich délce.



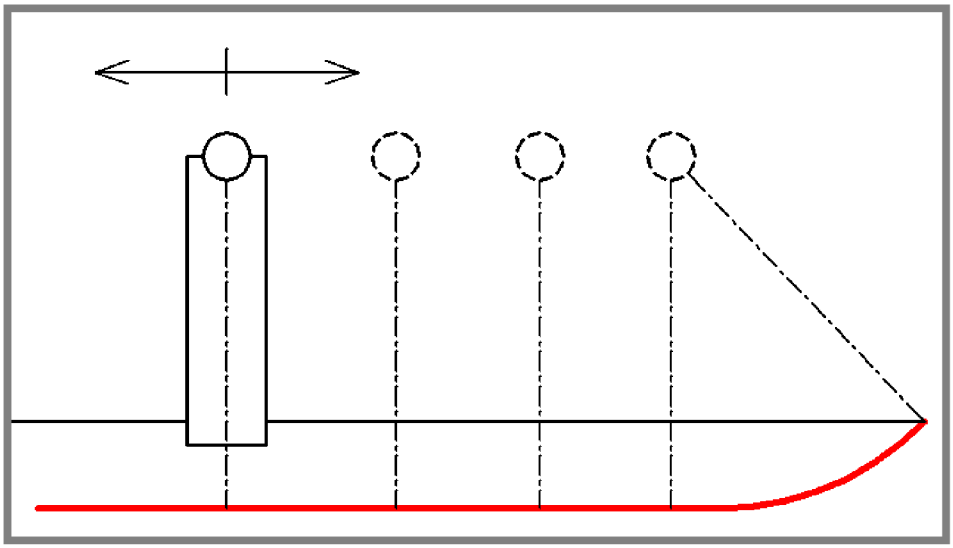
Obr. 4-2 *Znázornění broušení řezného úhlu*

4.2.2 Návrh vyhovujícího pohybu

4.2.2

Abychom byli schopní nabrousit ostří po celé délce pod stejným úhlem, je zapotřebí systému, který by měl očko uchycené tak, aby se půdorysná jeho půdorysná vzdálenost od jednotlivých bodů ostří neměnila. Dále by očko mělo umožnit plynulý pohyb, respektive plynulou změnu své polohy a zároveň být schopno vést vodící drátek kolmo k ostří.

Tyto vlastnosti lze docílit pomocí kolejnice po které by očko jezdilo, pomocí tohoto pohybu by bylo možné nabrousit dlouhé přímé ostří. Dále by bylo potřeba mít možnost očko kdykoli zafixovat na jednom místě a umožnit mu rotaci, pomocí tohoto pohybu by se dobrousila zahnutá část ostří.

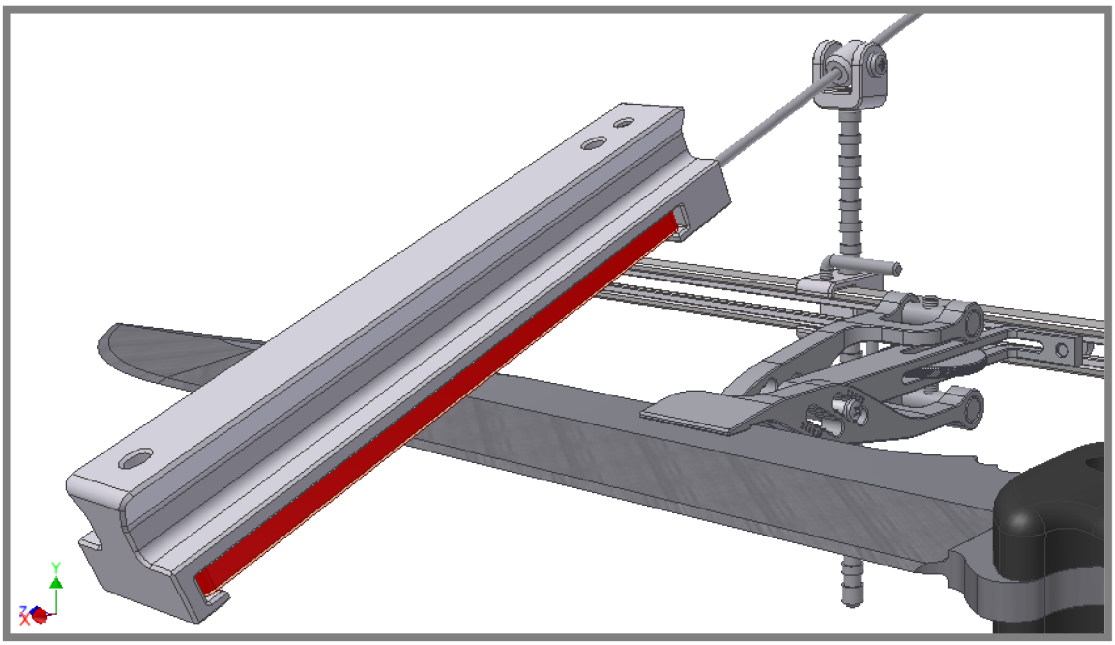


Obr. 4-3 *Návrh vyhovujícího pohybu*

4.3 Návrh variant řešení

4.3.1 Koncepce brusného modulu I

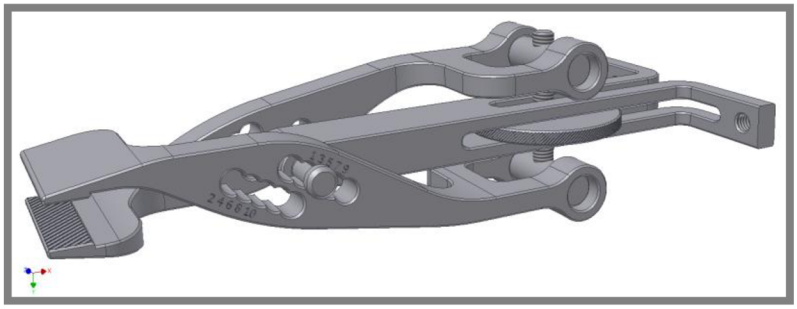
Tato varianta (Obr. 4-4) je koncipována tak, aby bylo možné nůž po upnutí nabrousit z obou stran a nemuselo se měnit nastavení výšky vodícího očka.



Obr. 4-4 *Koncepce brusného modulu I*

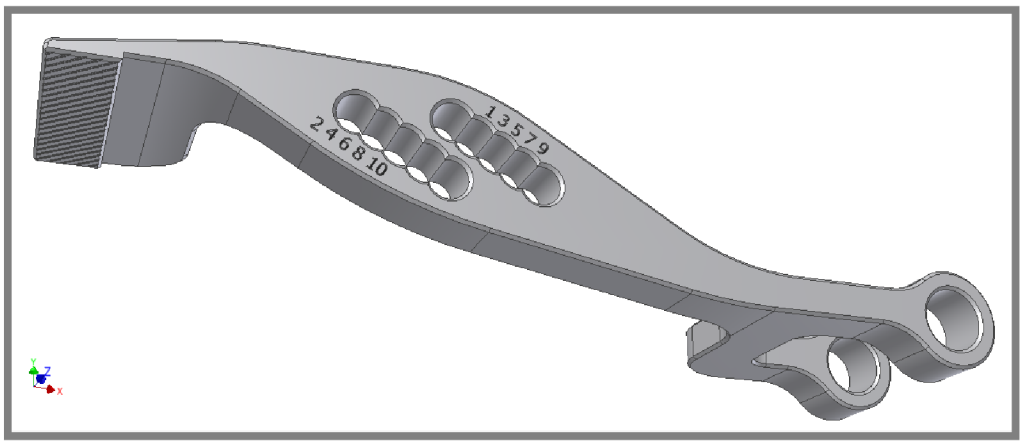
Pomocí tohoto modulu je možné brousit čepele s tloušťkou od 1*mm* do 10*mm*. Řezný úhel, který je možný nabrousit je víceméně odvislý od poměru šířky čepele k tloušťce čepele. Řezný úhel ostří u čepelí od tloušťky 1mm a šířky 20*mm* lze nabrousit na 20°. U čepelí s větší tloušťkou a šířkou lze nabrousit ostří i o menším řezném úhlu.

Systém se sestává z upínky (Obr. 4-5), na jejímž konci je připevněna vodící lišta, po které se pohybuje jezdec. V jezdci je upevněn stojánek s vodícím očkem, kterým prochází vodící drátek držáku brousku.



Obr. 4-5 *Upínka*

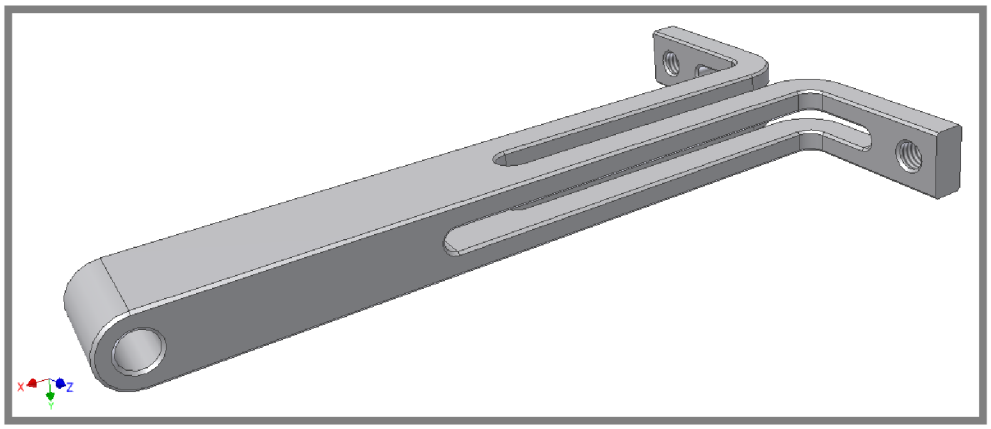
Upínka je sestavená ze dvou (stejných) kleštin (Obr. 4-6), středního dílu (Obr. 4-7) a stavěcího šroubu (Obr. 4-8). Je možné ji nastavit pro tloušťky čepele od 1*mm* do 10*mm*. Tento rozsah lze krokově nastavovat po 1*mm*, což je dokonale zajištěno pomocí dvou sad děr na kleštinách.



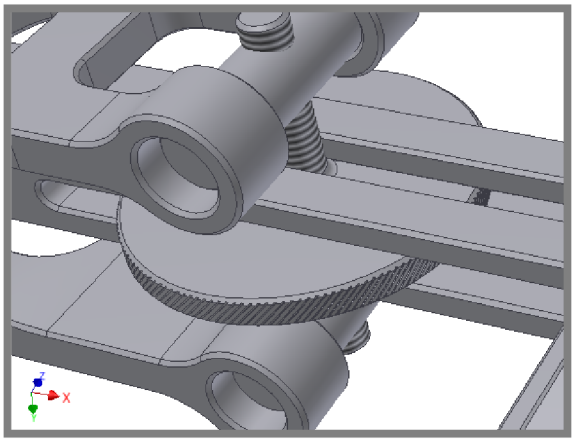
Obr. 4-6 *Kleština*

Do vybrané díry, reprezentující upínanou tloušťku, se zasune čep, který dále prochází středním dílem a otvorem (se stejným číslem, jako na první kleštině) na druhé kleštině. Čep se proti pohybu zajistí šroubem.

Dále je ve středním díle veden stavěcí šroub, pomocí kterého jsou kleštiny svírány a rozevírány. Šroub je v díle veden tak (Obr. 4-8), aby při libovolné tloušťce upnuté čepele bylo vždy zajištěno její souměrné umístění (ve vertikálním směru uprostřed) vůči vodící liště, po které se pohybuje jezdec. Toto umístění stavěcího šroubu omezí nastavování výšky stojánku s vodícím pouzdrem pouze na jednou, a je tedy pro obě strany čepele stejné. Šroub je s kleštinami spojený skrze čepy se závitem.

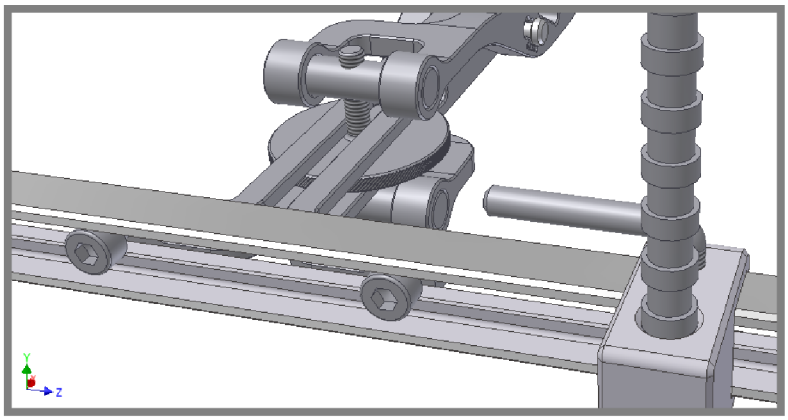


Obr. 4-7 *Střední díl*



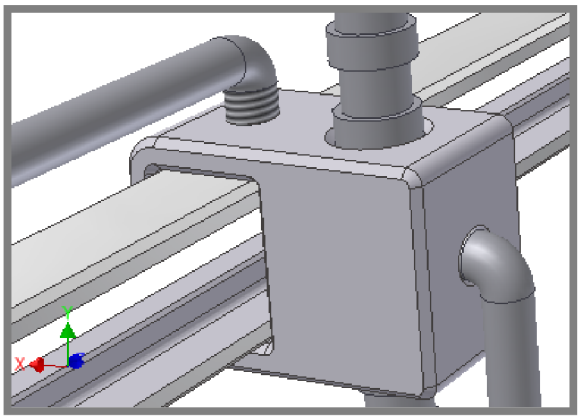
Obr. 4-8 *Umístění stavěcího šroubu*

Na zahnutých koncích upínky je pomocí šroubů připevněna vodící lišta (Obr. 4-9), po které se pohybuje jezdec se stojánkem a vodícím očkem. Lišta je v případě



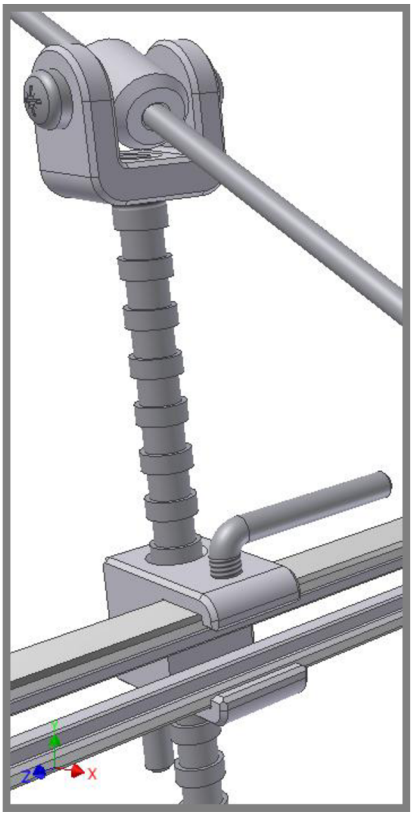
Obr. 4-9 *Připevnění vodící lišty*

potřeby výměnná za jiné délky vodící lišty (v závislosti na délce čepele).
Na liště se pohybuje volně jezdec (Obr. 4-10). V případě broušení zahnuté čepele, nebo zahnutého konce rovné čepele, je možné jej na libovolném místě na liště zajistit první páčkou proti pohybu a zároveň pomocí druhé páčky umožnit jeho natáčení.



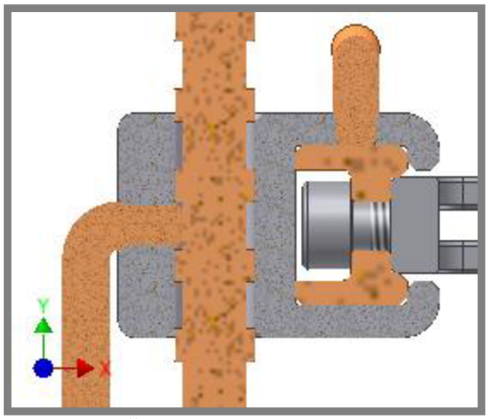
Obr. 4-10 *Jezdec*

V jezdci je upevněn stojánek (Obr. 4-11), ke kterému je otočně připevněno vodící pouzdro.



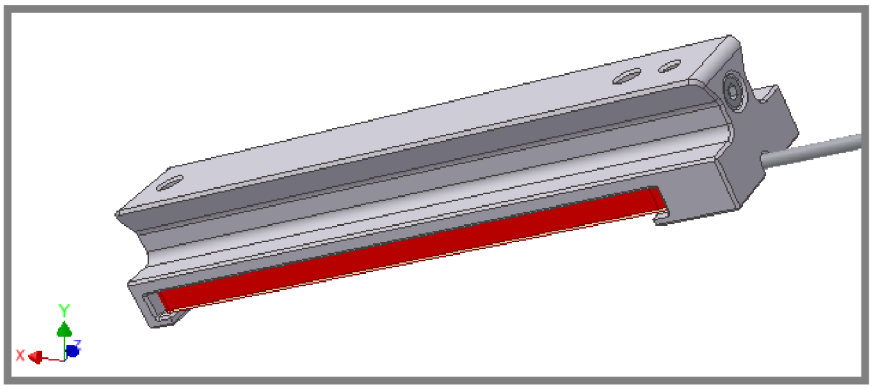
Obr. 4-11 *Stojánek*

Výšku stojánku je možné nastavovat po malých krocích pomocí zářezů (Obr. 4-12) a přesný úhel je možné doladit polohou umístění upínky na čepeli. Při dotáhnutí této páčky je stojánek zajištěn proti otáčení a je zajištěn stále ve stejném natočení vůči ostří. Při lehkém povolení šroubu je umožněno stojánku natáčení, ale zároveň i držení nastavené výšky stojánku. Pokud se šroub povolí tak, aby nezasahoval do otvoru pro stojánek, je možné nastavovat výšku samotného stojánku.



Obr. 4-12 *Řez jezdcem*

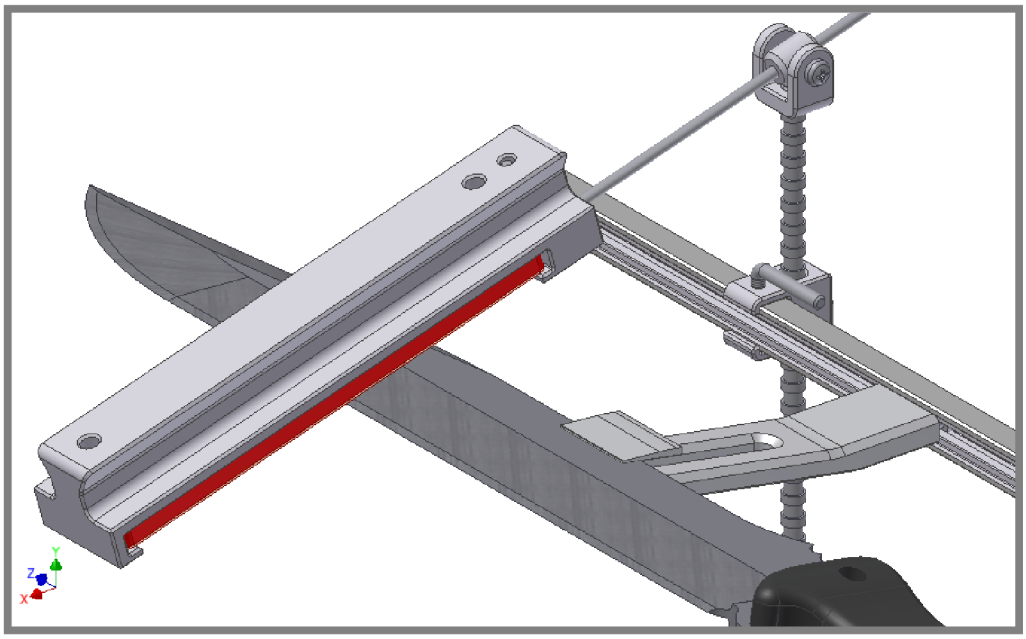
Držák je navrhnut na velikost brusných destiček od firmy DMT, které jsou kvalitou i rozměry vhodné. Destička se do držáku vsune a zajistí pomocí dvou šroubů. Stejně tak se do držáku vsune, a šroubem zajistí i vodící drátek (Obr. 4-13).



Obr. 4-13 *Brousek*

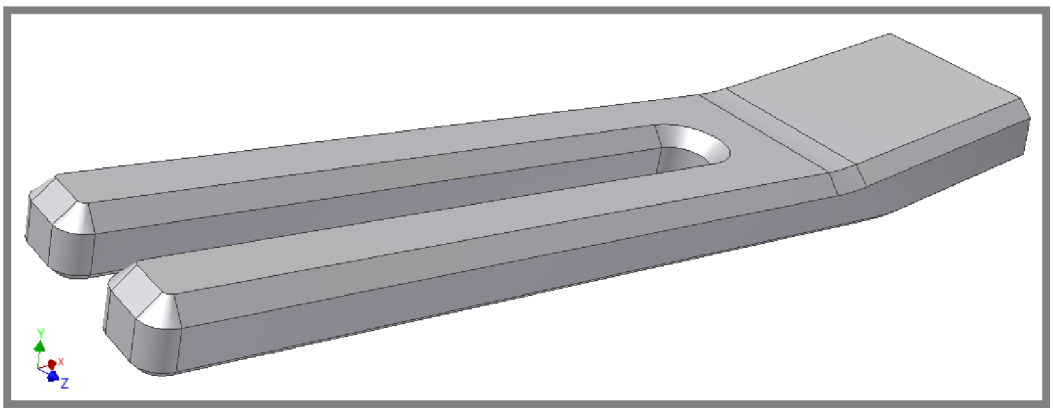
4.3.2 Koncepce brusného modulu II

Druhá koncepce brusného modulu (Obr. 4-14), se liší pouze v použité upínce. Upínka je navržena tak, aby bylo možno brousit ještě menší úhly, než jaké můžeme nabrousit pomocí modulu v první koncepci, ale zároveň je možné brousit pouze jednu stranu ostří a potom je nutné nůž vyjmout a otočit. Z tohoto důvodu je tato varianta vhodná spíše pro nože s jednostranným výbrusem (např. sekáčový výbrus) viz. (Obr.2-3).



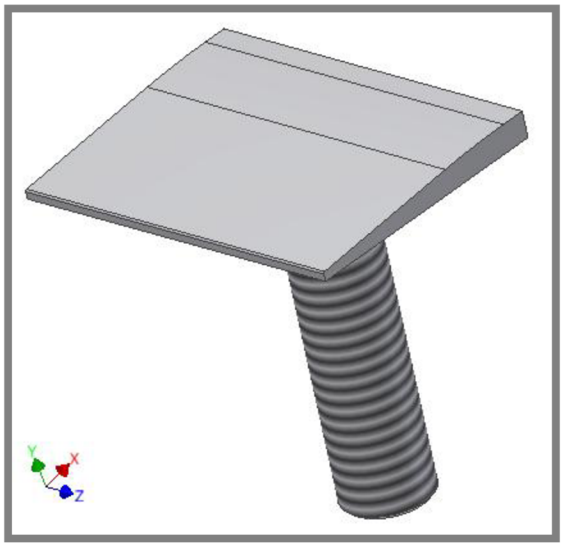
Obr. 4-14 *Koncepce brusného modulu II*

Upínka je složena ze dvou částí. Na hlavní část (Obr. 4-15) je pomocí dvou šroubů připevněna vodící lišta a zároveň tato část slouží i jako jedna z upínacích čelistí.



Obr. 4-15 *Hlavní část*

V drážce v hlavní části je volně umístěna pohyblivá čelist (Obr. 4-16), která se opře o upínanou čepel a dotáhne se pomocí matice k hlavní části.



Obr. 4-16*Pohyblivá čelist*

Brousek, lišta, stojánek i jezdec jsou totožné s první variantou (Obr. 4-4).

4.4 Výběr a zhodnocení varianty

Jako vhodnější byla vybrána koncepce I. Většina nožů má totiž úhel ostří dostatečně velké, aby mohl být nabroušen na tomto brusném modulu. Zároveň má většina nožů i oboustranný výbrus a s tímto řešením je broušení nože z obou stran snadnější, Snad i proto, že stačí systém na nůž upnout pouze jednou a nemusí se otáčet. Stejně tak se pouze jednou nastaví i výška očka.

Pomocí navrhnutého přenosného brusného modulu lze nabrousit ostří u dlouhých rovných čepelí po celé jeho délce pod konstantním úhlem. Výjimkou mohou být zahnuté konce čepelí, kde nemusí být stoprocentně dodržena konstantní půdorysná vzdálenost očka od jednotlivých bodů na ostří, nicméně tato vzdálenost se nemění tak dramaticky jako u současných řešení. Modul je možné použít pro čepele tloušťky od 1*mm* do 10*mm*. Čepele mohou být i velmi dlouhé (například nože do nůžek na dýhu, papír apod.) díky možnosti propojovat jednotlivé lišty pomocí upínek a vytvořit tak jednu dlouhou vodící lištu. Tento modul se dá nastavit i tak, že s ním lze brousit i krátké zahnuté čepele stejně jako se systémy *DMT* a *Lansky*. Vzhledem k těmto vlastnostem je navrhované řešení maximálně univerzální.

5 ZÁVĚR

Broušení je nedílnou součásti každodenního života již od dávných let a bez znalosti toho procesu by lidstvo nedosáhlo takové technické vyspělosti, ve které se teď nachází a to zcela nezávisle na tom, zda-li se jedná o broušení řezných nástrojů, nebo ložisek do dopravních letadel.

Úvodní část práce je zpracována obecně. Má informativní charakter o současném stavu poznání. Zabývá se rešeršně problematikou broušení z obecného hlediska. Dále je zde uvedena i problematika broušení řezných nástrojů, spolu s tvary čepelí, tvary výbrusů, nožířskými materiály a „anatomií“ nožů. Úvodní část obsahuje i přehled možností ručního broušení nožů. V současné době prakticky neexistuje ucelená publikace v českém jazyce, která by se zabývala konkrétně problematikou broušení nožů. Stejně tak na webových stránkách je velmi málo informací o této problematice mnoho a většina zdrojů (knižních i internetových) je pouze v anglickém jazyce. Proto lze tuto bakalářskou práci pojmout také jako zdroj informací pro širší laickou veřejnost.

Druhá část práce se zabývá samotným návrhem brusného systému pro ruční broušení nožů s cílem navrhnout takové řešení, aby bylo možno dosáhnout co nejlepších výsledků při kusovém variabilním broušení ostří a to současně při nízkých nákladech, jak finančních tak i časových. Navržená varianta I. eliminuje do jisté míry nedokonalosti současných brusných systémů, kombinuje jejich konstrukce a dotahuje řešení k požadované funkčnosti. Dále je dobře adaptabilní i pro opravdu dlouhá ostří. A to pomocí kombinací několika vodících lišt připevněných pomocí upínek k ostří. Jejich kombinací vzniká téměř libovolně dlouhá vodící lišta. Předvedená varianta II. je poněkud méně praktická, z důvodu nutnosti otáčet nůž v upínce, kvůli možnosti broušení z obou stran. I ta je však využitelná u řezných nástrojů s jednostranně broušenou fasetou.

Modely a výkresy byly vypracovány pomocí programů Autodesk Inventor 2010 a Autodesk Autocad Mechanical 2010.

6 SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

[1] *Science museum*
URL: <http://www.sciencemuseum.org.uk>, [cit. 2010-4-16]

[2] *Nože - Nůž*
URL: <http://www.noze-nuz.com>, [cit. 2010-4-16]

[3] *Sharpening made easy*
URL: <http://sharpeningmadeeasy.com>, [cit. 2010-4-16]

[4] *Cuttlery and more*
URL: <http://www.cutleryandmore.com>, [cit. 2010-4-16]

[5] *Converter*
URL: <http://www.converter.cz/tabulky>, [cit. 2010-4-16]

[6] *Discount cuttlery*
URL: <http://www.discountcutlery.net>, [cit. 2010-4-16]

[7] *Knife style*
URL: <http://knifestyle.com.ua/images>, [cit. 2010-4-16]

[8] *Pasports men portal*
URL: <http://www.pasportsmenportal.com>, [cit. 2010-4-16]

[9] *The WEBstaurant store*
URL: <http:// http://www.webstaurantstore.com>, [cit. 2010-4-16]

[10] *Sharpening supplies*
URL: <http://www.sharpeningsupplies.com>, [cit. 2010-4-16]

[11] *Knife center*
URL: <http://images.knifecenter.com>, [cit. 2010-4-16]

[12] *Edgepro sharpening systems*
URL: <http://www.edgepro.co.uk>, [cit. 2010-4-16]

[13] LEE L. *The complete guide to sharpening* The Tauton Press 1995. 256 s.
ISBN 978-1-56158-125-2.

[14] Bottorff Steve *Sharpening made easy* 2002. 96 s.
ISBN 0-940362-19-8.

[15] McCreight T. *Custom knifemaking: 10 projects from a master craftman* Stackpole Books 1985. 222 s.
ISBN 0-8117-2175-2.

[16] Stephen Malkin a Changsheng Guo
Grinding technology: Theory and applications of machining with abrasives Industrial Press Inc. 2008. 372 s.
ISBN 978-0-8311-3247-7.

[17] Jurij Nikolajevič Maslov *Teorie broušení kovů* SNTL 1979. 246 s.
ISBN -

[18] *Wikipedia/ Knife*
URL:<http://en.wikipedia.org/wiki/Knife>,[cit. 2010-4-16]

7 SEZNAM OBRÁZKŮ A GRAFŮ

7

Obr. 1-1 *První broušené nástroje* [1] 11
Obr. 2-1 *Anatomie nože* [2] 15
Obr. 2-2 *Typy čepelí* [2] 16
Obr. 2-3 *Typy výbrusů* [2] 17
Obr. 2-4 *Konvexní zakončení dutého výbrusu* [2] 17
Obr. 2-5 *Konvexní zakončení plochého výbrusu* [2] 18
Obr. 3-1 *Tri-Angle Sharpmaker* [2] 20
Obr. 3-2 *Brusný tyčinkový systém od firrmy Lansky* [3] 21
Obr. 3-3 *Brusný systém Fold-A-Vee od firrmy Lansky* [3] 21
Obr. 3-4 *Brousek Hewlett Three Step Kitchen Diamond* [2] 21
Obr. 3-5 *Brousek Ultra-Tek Blade Sharpener* [3] 22
Obr. 3-6 *Levný šterbinový brousek* [4] 22
Obr. 3-7 *Brousek Sharpen-It* [3] 23
Obr. 3-8 *Brousek od firmy Nomark* [3] 23
Obr. 3-9 *Mohsova stupnice tvrdosti* [5] 24
Obr. 3-10 *Japonský vodní kámen* [6] 24
Obr. 3-11 *Kámen Suehiro* [2] 25
Obr. 3-12 *Kámen od firmy Spyderco* [2] 25
Obr. 3-13 *Kámen Chef's Choice 400* [9] 26
Obr. 3-14 *Kámen od firmy Fallkinven* [2] 26
Obr. 3-15 *Slide Sharp* [2] 27
Obr. 3-16 *Použití systému Slide Sharp* [2] 27
Obr. 3-17 *Systém Lansky Deluxe Sharpening* [7] 28
Obr. 3-18 *Použití Systému Lansky Deluxe Sharpening* [8] 28
Obr. 3-19 *Systém DMT Aligner* [10] 29
Obr. 3-20 *Použití systému DMT Aligner* [11] 29
Obr. 3-21 *Systém Edge Pro* [12] 30
Obr. 3-22 *Použití systému Edge Pro* [3] 30
Obr. 3-23 *Brusný systém FireStone* [3] 31
Obr. 3-24 *Brusný systém Chef's Choice Edge Select* [2] 31
Obr. 4-1 *Schéma systémů Lansky a DMT* 32
Obr. 4-2 *Znázornění broušení řezného úhlu* 33
Obr. 4-3 *Návrh vyhovujícího pohybu* 33
Obr. 4-4 *Koncepce brusného modulu I* 34
Obr. 4-5 *Upínka* 34
Obr. 4-6 *Kleština* 35
Obr. 4-7 *Střední díl* 35
Obr. 4-8 *Umístění stavěcího šroubu* 36
Obr. 4-9 *Připevnění vodící lišty* 36
Obr. 4-10 *Jezdec* 36
Obr. 4-11 *Stojánek* 37
Obr. 4-12 *Řez jezdcem* 37
Obr. 4-13 *Brousek* 38
Obr. 4-14 *Koncepce brusného modulu II* 38
Obr. 4-15 *Hlavní část* 39
Obr. 4-16 *Pohyblivá čelist* 39

8 SEZNAM PŘÍLOH

1. Výkres sestavy - BRUSNÝ MODUL - 3-3/B12-BP/00
2. Výrobní výkres - STŘEDNÍ DÍL - 4-3/B12-BP/01
3. Výrobní výkres - KLEŠTINA - 4-3/B12-BP/02
4. Výrobní výkres - LIŠTA - 4-3/B12-BP/03
5. Výrobní výkres - JEZDEC - 4-3/B12-BP/04
6. Výrobní výkres - PÁČKA - 4-3/B12-BP/05
7. Výrobní výkres - STAVĚCÍ ŠROUB - 4-3/B12-BP/06
8. Výrobní výkres - 1. DÍL STOJÁNKU - 4-3/B12-BP/07
9. Výrobní výkres - 2. DÍL STOJÁNKU - 4-3/B12-BP/08
10. Výrobní výkres - 3. DÍL STOJÁNKU - 4-3/B12-BP/09
11. Výrobní výkres - ČEP SE ZÁVITEM - 4-3/B12-BP/10
12. Výrobní výkres - ČEP 1 - 4-3/B12-BP/11
13. Výrobní výkres - ČEP 2 - 4-3/B12-BP/12
14. Výrobní výkres - VODÍCÍ DRÁT - 4-3/B12-BP/13
15. Výrobní výkres - DRŽÁK BROUSKU - 4-3/B12-BP/14
16. Celkový 3D pohled