

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERSITA V PRAZE
FAKULTA TECHNICKÁ
Katedra elektrotechniky a automatizace

DŮLEŽITÉ TECHNOLOGIE 21.STOLETÍ

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Gunnar Künzel

Autor: Roman Renfus

PRAHA 2013

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra elektrotechniky a automatizace

Technická fakulta

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Renfus Roman

Obchod a podnikání s technikou

Název práce

Důležité technologie ve 21.století

Anglický název

Important technologies in the 21st century

Cíle práce

Vypracovat rešerši na moderní významné technologie v elektrotechnice a ve strojírenství.
Zhodnotit vlastnosti, parametry a perspektivy vybraných technologií.

Metodika

Provedte klasifikaci významných výrobních technologií
Zaměřte se na moderní směry v elektronice, nanotechnice a mechatronice.
Popište blokovými schématy vybrané technologie.
Analyzujte vlastnosti a parametry těchto technologických postupů.
Zhodnoťte využití nových technologií v praxi.

Osnova práce

Rozdělení jednotlivých technologií
Principy a postupy jednotlivých technologií
Vlastnosti a parametry vybraných technologií
Využití důležitých technologií v praxi

Rozsah textové části

35str. včetně příloh

Klíčová slova

výroba, materiál, energie, informace, technologie, výrobek

Doporučené zdroje informací

Trefil, J.: Hranice neznáma, IKAR, Praha, 2001

Šesták, J. a kol.: Speciální technologie a materiály, Academia, Praha, 1993

Technologien im 21., Jahrhundert-Aktionspapier zur Innovationsförderung, ZVEI, 1994

Časopisy Elektro, Sdělovací technika, Plasty a kaučuk.

Vedoucí práce

Künzel Gunnar, Ing.

Termín zadání

listopad 2011

Termín odevzdání

duben 2013

prof. Ing. Volf Jaromír, DrSc.
Vedoucí katedry



prof. Ing. Vladimír Jurča, CSc.
Děkan fakulty

V Praze dne 6.2.2012

PROHLÁŠENÍ:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma Důležité technologie 21. Století vypracoval samostatně a použil jen pramenů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že odevzdáním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a změně doplnění dalších zákonů, ve znění pozdějších předpisů, a to i bez ohledu na výsledek obhajoby. Jsem si vědom, že moje bakalářská práce bude uložena v elektronické podobě v universitní databázi a bude veřejně přístupná k nahlédnutí. Jsem si plně vědom, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 21/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících z právem autorským a o změně některých zákonů, ve znění pozdějších předpisů, především ustanovení § 35 odst. 3 tohoto zákona, tj. o užití tohoto díla.

V Praze dne

Roman Renfus

Poděkování

Děkuji především za odborné konzultace a pomoc vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Gunnaru Künzelovi, dále pak prof. Ing. Milanu Brožkovi, CSc. , prof. Ing. Martinu Librovi, Ing. Zdeňkovi Votrubovi.

Důležité technologie 21. Století

Abstrakt: Práce se zabývá tématem důležité technologie 21. století, cílem této práce je ukázat, které technologie se jeví jako důležité pro 21. století. Následuje rozbor pěti vybraných technologií, každé technologii je věnována samostatná kapitola, která se skládá z popisu, vlastností, perspektivy a zhodnocení. Jako první se práce zabývá fotovoltaikou, poté pokračuje nanotechnologií, optickými vlákny, třískovému obrábění a vstřikování plastů. Rozbor jednotlivých technologií obsahuje a popisuje využití v oboru a očekávané nárůsty.

Klíčová slova: Technologie, Fotovoltaika, Nanotechnologie, optická vlákna, třískové obrábění, vstřikování plastů

Important technologies of 21. Century

Abstract: The work deals with necessary technologies of the 21st Century, the aim of this work is to show which technologies seems to be necessary for the 21 century. An analysis of five selected technologies, each technology is given an independent chapter, which consists of a description, properties, prospects and evaluation. First it deals with photovoltaic, then continues nanotechnology, optical fibers, cutting operation and injection molding. Analysis of each technology contains and describes the use in the field and the expected increases.

Key words: Technology, Photovoltaic, Nanotechnology, Optic fibers, Machining, Injection molding

Obsah:

1. Úvod	1
2. Rozdělení vybraných technologií	2
2.2. Technologie elektrotechnického charakteru	2
2.3. Strojírenské technologie.....	2
2.4. Technologie	2
3. Fotovoltaika	3
3.2. Popis:	3
3.3. vlastnosti a parametry.....	5
3.4. Provedení konstrukce pro připevnění FV systému:.....	5
3.4.1. Statické (fixní)	5
3.4.2. Otočné (rotační)	6
3.5. Základní rozdělení FV systémů z hlediska provozu	8
3.5.1. Ostrovní provoz (autonomní systém)	8
3.5.2. Síťový provoz	9
3.6. Způsob připojení FV elektráren v České republice:	9
3.6.1. Varianta využití v případě přímého výkupu	9
3.6.2. Varianta využití „zeleného bonusu“	10
3.7. Perspektiva FV systémů.....	11
3.7.1. POHLED NA PROBLEMATIKU Z POHLEDU ZÁKONA 185/2005 SB.....	12
4. Nanotechnologie	14
4.2. Popis	14
4.3. vlastnosti a parametry.....	15
4.3.1. generace produktů nanotechnologií:	15
4.3.2. Nejběžnější uplatnění nanoproduktů 1. Generace	17
4.3.3. Nanoprodukty 2. generace.....	18
4.3.4. 3. Generace nanoproduktů	19
4.4. perspektiva nanotechnologií	19
5. Technologie optických vláken	22
5.2. popis	22
5.3. Vlastnosti a parametry	23
5.3.1. skokový index lomu = vícevidová vlákna se skokovou změnou indexu lomu	23
5.3.2. změna indexu lomu = vícevidová vlákna s plynulou změnou indexu lomu	24
5.3.3. Jednovidové vlákno.....	24
5.3.4. Konstrukce optických kabelů:.....	25
5.3.5. Význam značek	26
5.3.6. Dělení optických kabelů dle prostředí.....	26
5.3.1. Kategorie optických kabelů.....	27
5.3.2. Měrný útlum vlákna.....	29
5.3.3. Disperze optického vlákna.....	29
5.4. Perspektiva	30
6. Třískové technologie obrábění	32
6.2. popis	32
6.3. základní pojmy obrábění.....	34
6.4. vlastnosti a parametry.....	35
6.4.1. Opotřebení řezných nástrojů.....	35
6.4.2. Formy opotřebení:	35
6.4.3. řezné kapaliny	36

6.4.4.	Charakteristiky řezných kapalin:.....	36
6.4.5.	Dělení řezných kapalin do skupin:	36
6.4.6.	Požadavky na volbu řezné kapaliny:	37
6.4.7.	PŘEHLED DOPORUČENÝCH ŘEZNÝCH KAPALIN:.....	37
6.5.	materiály řezných nástrojů.....	38
6.5.1.	obecné rozdělení nástrojových materiálů:	38
6.5.2.	Rychlořezné oceli:	38
6.5.3.	Stellity:.....	39
6.5.4.	Slinuté karbidy.....	39
6.5.5.	Keramické řezné materiály	40
6.6.	Perspektiva	42
6.6.1.	Supertvrdé řezné materiály	42
6.6.2.	Další vývoj řezných materiálů:.....	43
7.	Technologie vstřikování plastů.....	44
7.2.	Popis	44
7.3.	Vlastnosti a parametry	47
7.3.1.	Stav výstřiků je charakterizován:	47
7.3.2.	Faktory ovlivňující jakost výstřiku (stav):.....	47
7.3.3.	Rozdělení vstřikování na fáze, které ovlivňují stav a kvalitu výstřiku	48
7.3.4.	Vady výstřiku a jejich odstranění	50
7.3.5.	Základní rozdělení vad	51
7.3.6.	Vstřikovací stroj	52
7.4.	Perspektiva	52
7.4.1.	Simulace vstřikování plastů ve 3D	53
7.4.2.	Technologie Dolphin	54
8.	Závěr.....	56
	Použitá literatura.....	58
	Seznam obrázků.....	61

1. Úvod

Práce se věnuje rešerši na téma důležité technologie 21. století. Cílem práce je ukázat vybrané technologie které se jeví pro 21. století jako perspektivní. Bakalářská práce obsahuje bližší prozkoumání pěti konkrétních technologií, zkoumání se bude týkat popisu dané technologie, schémat, vlastností a parametrů. Na závěr každé technologie bude zhodnocena perspektiva a využití v oboru. V druhé kapitole se práce věnuje výčtem technologií, které jsou považovány za důležité technologie pro 21. století, seznam je rozdělen na technologie elektrotechnického charakteru a strojírenské technologie. Závěrem druhé kapitoly je vysvětlení pojmu technologie.

Třetí kapitola se zabývá fotovoltaikou, popisem, vysvětlení funkčního principu, zapojení fotovoltaického systému. Část vlastnosti obsahuje vysvětlení chování fotovoltaického panelu, typy držáků fotovoltaických panelů, způsoby zapojení fotovoltaických elektráren. Kapitola je zakončena perspektivou, využitím, zhodnocením a zákonem o fotovoltaice 185/2005 Sb.

Čtvrtá kapitola nanotechnologií se zabývá predikcí z minulého století, základními podmínkami pro nanotechnologie a přístupy k vývoji nanotechnologií. Dále jsou popsány jednotlivé generace nanotechnologií (příklady využití, grafy a predikcí vývoje). Perspektivě je věnována 4. generace nanotechnologií.

Pátá kapitola se zabývá optickými vlákny, kde jako první vysvětluje funkční princip optických vláken, dále jsou vyjmenovány typy vláken a jejich vlastnosti, speciální technologie, schémata, vlnové multiplexy a závěrem kapitoly perspektivy.

Šestá kapitola je naplněna technologií třískového obrábění sestávající se z popisu této technologie a základními pojmy, opotřebení řezných nástrojů jeho formy, řezné kapaliny, materiály řezných nástrojů. Závěr kapitoly se zabývá supertvrdými řeznými materiály a jejich použitím, vývojem řezných materiálů.

Sedmá kapitola a tedy poslední kapitola ze zmiňované pěti se vstřikování plastů, které představuje v automobilovém průmyslu stěžejní bod. Kapitola je věnována vývoji od počátku až po současnost, podstatě a popisu této technologie, ukázce možných modifikací vstřikovacího procesu. Je zde ukázka české firmy fungující v tomto směru, v druhé části je kapitola zaměřena na stav a kvalitu výstřiků, faktory ovlivňující jakost výstřiků, průběh tlaku ve formě, vady a jejich odstranění. V závěru je perspektiva pojata simulací vstřikování plastů ve 3D, CAD nadstavbou Moldex 3D/eXplorer a technologií Dolphin.

2. Rozdělení vybraných technologií

2.2. Technologie elektrotechnického charakteru

- Fotovoltaika
- Nanotechnologie
- Technologie optických vláken
- SMART struktury a inteligentní materiálové systémy
- Supravodivost- výroba supravodivých materiálů
- Polymerní struktury – výroba polymerních materiálů (inteligentní polymery)
- Technologie výroby vodivých polymerů
- Technologie senzorů, akčních členů
- Křemíkové technologie

2.3. Strojírenské technologie

- Technologie třískového obrábění
- Technologie vstřikování plastů
- Technologie protlačování
- Vyfukování plastů
- Technologie svařování
- Technologie řezání vodním paprskem

V další části se budeme zabývat již vybranými technologiemi z předešlého seznamu vybraných technologií 21. století. Nejprve se zaměříme na tři technologie elektrotechnického charakteru a poté probereme dvě strojírenské technologie.

2.4. Technologie

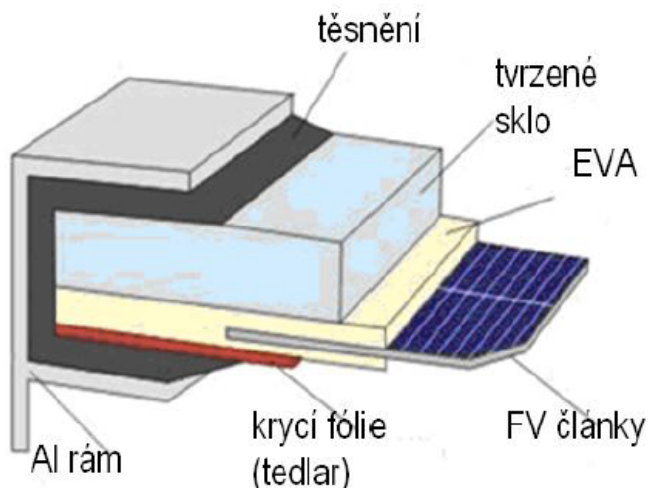
Technologie je vědní obor zabývající se aplikací poznatků a zákonů oborů fyziky, matematiky a chemie, při zavádění zdokonalování a optimalizaci nových perspektivních vědeckých metod výrobních procesů včetně jejich automatizace a optimalizace.[8]

3. Fotovoltaika

3.2. Popis:

Jedná se o technologii zabývající se přetvářením světelného spektra na elektrickou energii. Část fotovoltaického systému, která tuto činnost vykonává je fotovoltaický článek – dále jen jako FV článek. Výkon solárních panelů je určen tzv. [kWp] [kilo-watt-pík], tato jednotka udává maximální (z anglického slova: peak - špička) výkon. Může se mluvit o kWp na jeden FV panel, nebo kWp pro celý FV systém. Kilowatt peak je teoretický maximální výkon za ideálních podmínek, kterého by bylo možno dosáhnout, kdyby ony podmínky nastaly. Na zemskou atmosféru dopadá denně obrovské množství energie asi $1,367 \text{ kWh/m}^2$, což činí z tohoto zdroje obrovský potenciál. Ovšem část této energie pohltí a odrazí atmosféra planety Země. Na zemi se pak dostane energie snížená o tyto úbytky. Průměrná hodnota v rámci České republiky dopadajícího slunečního záření na vodorovnou rovinu činí $1\,018 \text{ kWh/m}^2$ za rok. Podstata FV systémů je v křemíku (Si – monokrystalické, polykrystalické a amorfni na bázi tenkých vrstev), křemík jakožto konstrukční prvek FV systémů a “základní kámen” veškeré elektrotechniky má řadu výhod. Křemík je velmi vhodný materiál pro výrobu FV článků, protože z hlediska šířky zakázaného pásu je u Si možno dosáhnout velmi vysoké účinnosti generace volných nosičů slunečním zářením.

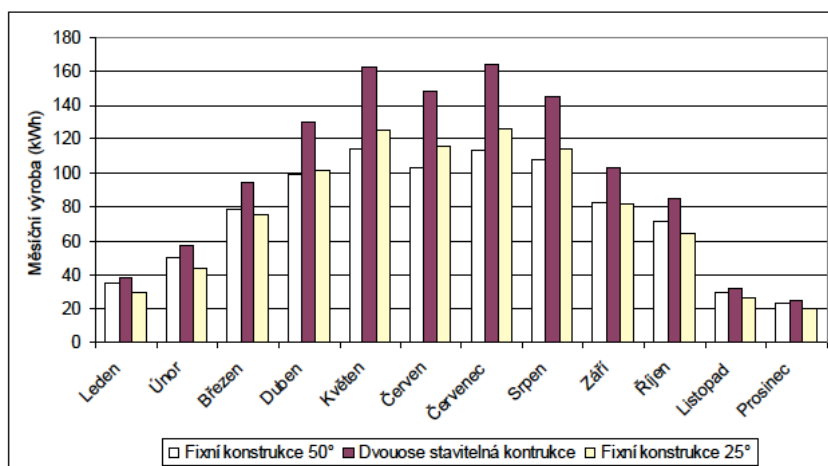
Křemík patří k nejrozšířenějším prvkům na Zemi (vyskytuje se většinou ve formě křemene nebo oxidu křemičitého SiO_2). FV článek je založen na principu polovodiče typu NP. FV modul se sestává z: krycího skla, průhledného lepidla, antireflexní vrstvy, předního kontaktu, polovodiče typu N a polovodiče typu P, zadního kontaktu, zadní desky a hliníkového rámu. Kontakt na přední a zadní straně odvádí vytvořený elektrický stejnosměrný proud na svorky do přepěťové ochrany a řídicí jednotky, další zapojení závisí čistě na typu provedení, které si zvolíme (ostrovni nebo síťový provoz). Ostrovni provoz je provoz samostatný, bez připojení na veřejnou rozvodnou síť elektrické energie (energie se zadržuje v akumulátorech, aby bylo možné využívat elektrický proud po dobu nedostupnosti slunečního záření, nebo zhoršených světelných podmínkách). Druhou možností zapojení FV systému je „ síťový provoz“, tento typ elektrického obvodu využívá dva zdroje energie: FV systém a elektrickou distribuční síť. Toto schéma provozu nevyžaduje akumulátor, všechn vyrobený proud je ihned odváděn přes měnič (přetváří vstupní stejnosměrný proud na výstupní střídavý, napětí z 12V či 24V na 230V s frekvencí 50Hz) do sítě.



Obr. 1 Struktura FV modulu s články z krystalického křemíku [1]

Dle prováděných výzkumů vhodnosti sklonu pevné konstrukce FV systémů se jako nejvýhodnější jeví úhel 45°. Je zde možnost uvážit druhý typ konstrukce – pohyblivé stojany. Provedením stojanů se budeme zabývat později. Uvažovaná doba životnosti FV systémů je 25 let, s tím, že kolem 13. roku je uvažována nutná částečná obnova elektrotechnického zařízení. Bylo zjištěno, že FV panely mají konstantní ztráty výkonu 0,8% ročně. Tuto ztrátu velmi ovlivňuje tepelné přehřívání FV.

Produkce elektrické energie přináší snižování emisí CO_2 v řádech tun ročně. Tichý a nenáročný provoz (ve srovnání s větrnými elektrárnami, kde otáčející se lopatky vydávají nepříjemné zvuky). Jako výhodné se doporučuje pojištění FV panelů, kde existuje reálné riziko poškození. Dále by mělo dojít k odbornému každoročnímu servisu. Tyto dvě položky lze zahrnout jako prvky zvyšující provozní náklady fotovoltaické elektrárny. [1,2,4]



Obr. 2 Průměrná měsíční výroba fotovoltaického systému 1 kWp v podmínkách ČR [1]

3.3. vlastnosti a parametry

Fotovoltaický článek má podobné chování jako zdroje konstantního proudu, nehrozí riziko zkratu. Dá se říci, že velikost vyrobeného proudu je přímo závislá na velikosti plochy článku a na intenzitě slunečního záření, které na něj dopadne. Jistý vliv má také sklon FV panelu, poloha na kterou je panel nasměrován, teplota solárního panelu, roční období a samozřejmě zda-li je jasno nebo oblačno.

Intenzita slunečního záření je závislá především na poloze dané lokality, kde výstavba FV elektrárny bude probíhat, tloušťce atmosféry, čistotě ovzduší, polohy Slunce a Země a dalších faktorech. Dopadající energie ze Slunce na Zemi je vyjádřena [kWh/m^2]. Sklon pro FV panely je jednou z velmi důležitých nastavení, samozřejmě by bylo ideální, kdyby sluneční paprsky dopadaly stále kolmo na plochu panelu. Novodobým řešením je konstrukce otočných solárních panelů, ty dokáží přizpůsobit polohu panelu slunečním podmínkám. Teplota panelu hraje také jistou roli, se zvyšující se teplotou klesá účinnost panelu. Přestože pokles není zcela rapidní, byl zaznamenán. Především panely na bázi krystalického křemíku mají náchylnost na změny teplot. S rostoucí teplotou je pokles účinnosti zhruba 0,5%/K. Toto je možné vyrovnat a ještě výkon zvýšit pomocí tzv. hřebenového koncentrátoru, který směřuje sluneční záření na FV panel (zvyšuje koncentraci slunečních paprsků na jednotku plochy) a zvyšuje tak ve výsledku dosahovanou účinnost FV systému.[1,2,3]

3.4. Provedení konstrukce pro připevnění FV systému:

Tyto stojanové konstrukce, ať už se jedná o fixní nebo rotační, musejí být velmi odolné. Provádí se testování těchto stojanů a to do rychlosti větru 160 km/h v aerodynamickém tunelu, další faktor který se testuje je statické dlouhodobé zatížení. Účinnost obou zařízení lze zvýšit pomocí koncentrátoru, který soustřeďuje sluneční záření na plochu FV panelu.

3.4.1. Statické (fixní)

Obvyklou verzí uchycení FV systémů v ČR je tzv. statické - fixní uchycení – viz. Obr.3,5. Tyto statické konstrukce jsou charakteristické nižší pořizovací cenou a díky nízkým nárokům na údržbu mají i nízké provozní náklady. Tradiční materiálové provedení tvoří

ocelová konstrukce. V případě montáže na střechu, je vyžadována vyšší nosnost střechy, z důvodu vyšší hmotnosti ocelové konstrukce[5]. V podmínkách ČR se jeví jako optimální nastavení sklonu FV panelů, kolem hodnoty 45°. Dle “Dílčí výzkumné zprávy VZ04 Č.1/2007” provedené na ČVUT v Praze, při nastavení hodnoty 45° zjistili výzkumní pracovníci ČVUT, nejvyšší energetický zisk za rok, a to ve srovnání s horizontální polohou a polohou svislou 90° uchycení na fasádu domu.[2,4,5]

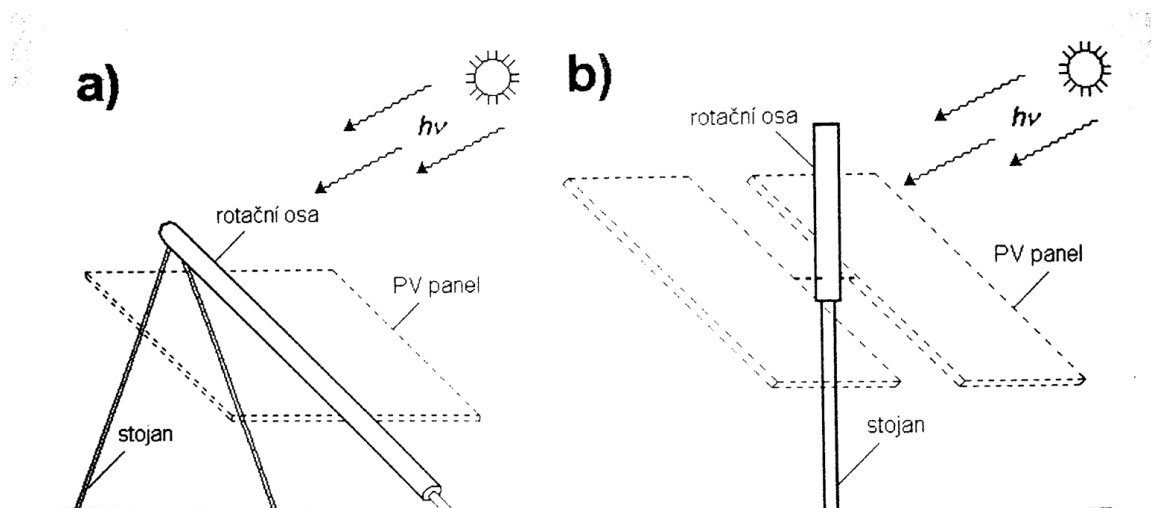


. 3 Fixní držák FV ((Technická fakulta ČZU)

3.4.2. Otočné (rotační)

Zatím méně obvyklou formou připevnění v našich podmínkách jsou otočné, nebo-li rotační stojany – viz. Obr.4,5,6. Ty jsou vybaveny tzv. sledovačem polohy Slunce, ten je propojen zpravidla s krokovým motorkem, který zajišťuje nejvhodnější možnou polohu FV panelu vůči Slunci. Snaží se zajistit, aby sluneční záření dopadalo kolmo na plochu FV panelu. Účinnost FV panelu uchyceného v takovém stojanu je pak vyšší o 30% v podmínkách ČR. V našich zeměpisných šířkách však Slunce nemůže svítit déle jak 12 hodin denně. Otočné stojany se sledovačem jsou výhodné, problémem je však známý fakt: zvýšená

elektrotechnická náročnost představuje vyšší finanční nároky na pořízení a na údržbu. Další důvodem nízkého výskytu je obava z vandalů, zlodějů a jiných rizik, spojených s tímto stojanovým systémem.[1,2,3]



Obr. 4 Rotační držáky FV, a) axiální ;b) tangenciální [2]



Obr. 5 Ukázka: vlevo a vpravo dole - rotační držák FV - vpravo nahoře statické uchycení FV (Technická fakulta ČZU)



Obr. 6 Otáčivý (axiálně) stojan, vybavený hřebenovým koncentrátorem slunečního záření (Technická fakulta ČZU)

3.5. Základní rozdělení FV systémů z hlediska provozu

3.5.1. Ostrovní provoz (autonomní systém)

Ostrovní neboli autonomní systém je charakteristický tím, že není připojený na veřejnou rozvodnou síť elektrické energie. Tento typ zapojení je převážně využíván v místech, kde není možné se na rozvodnou síť připojit třeba z důvodu velké vzdálenosti a tím i finanční náročnosti. Mohou to být i vzdálené selské usedlosti, parkovací automaty, v některých zemích jsou SOS telefony u dálnice napájeny tímto způsobem. Ostrovní systémy mají oproti síťovému provozu navíc akumulátory elektřiny pro noční provoz, kdy je elektrická energie zapotřebí nejvíce, ale slunce již nesvítí. Kromě akumulátorů, najdeme ve schématu jistě kontrolní panel, který obsahuje omezovač (redukci) nabíjení a vybíjení. Podle potřeby převaděč napětí ze stejnosměrného 12V nebo 24V, na střídavé napětí 230V o frekvenci 50Hz.[2,3,4]

3.5.2. Síťový provoz

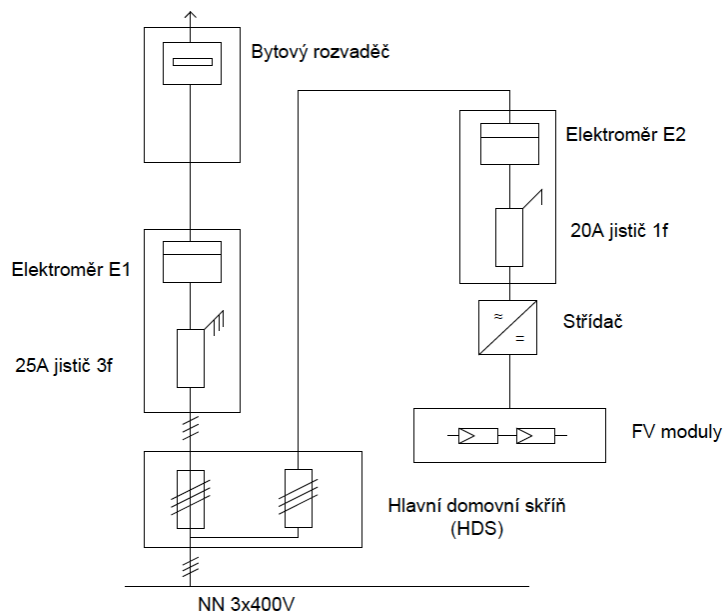
Jedná se o systém zapojený do veřejné distribuční sítě elektrické energie. Tento systém je jedinou možností, jak získat státní dotaci na výstavbu FV elektrárny, ale o tom až později. Zapojení takového systému obsahuje méně elektrotechnických prvků, skládá se z: FV článků, měniče napětí, elektroměr (ten počítá, kolik elektrické energie jsme vyrobili), za elektroměrem je tento systém připojen do sítě. Státem jsou finančně dotované dva druhy možného zapojení, pro které jsou blíže popsány v článku *Způsoby připojení FV elektráren v České republice*. [1,3,4]

3.6. Způsob připojení FV elektráren v České republice:

Z hlediska legislativy a podmínek distributorů má Česká republika stanovené dvě možná provedení zapojení FV elektrárny a finanční podpory přírodních obnovitelných zdrojů energie [1,4].

3.6.1. Varianta využití v případě přímého výkupu

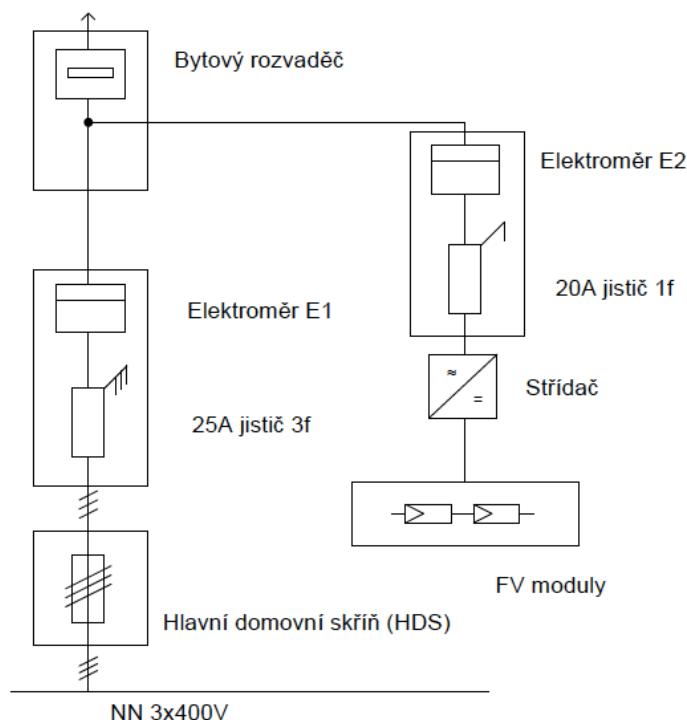
Veškerá vyrobená energie je odváděna a měřena elektroměrem E1. Provozovatel distribuční sítě má povinnost vykoupit veškerou vyrobenou energii obnovitelným zdrojem za předem stanovenou cenu, stanovenou sazebníkem pro daný rok. Energie pro vlastní spotřebu je nakupována běžným způsobem stanoveným u daného poskytovatele za stejných podmínek jako před výstavbou FV elektrárny, to je měřeno elektroměrem E1 – viz. Obr.7. [1,3]



Obr. 7 Schéma připojení přímého výkupu energie [1]

3.6.2. Varianta využití „zeleného bonusu“

Provozovatel FV elektrárny využívá přednostně vyrobenou energii pro svou vlastní spotřebu, za veškerou vyrobenou energii dostává tzv. „zelený bonus“ a šetří tím za nákup elektrické energie od distributora. Pokud aktuálně spotřebovává méně energie, než vyrábí, může prodávat přebytky zpět do distribuční sítě za tržní cenu energie. Jestliže energie FV elektrárny nepokrývá zcela potřeby provozovatele, nakupuje další energii od distributora dle běžných sazeb – viz. Obr.8. [1,3]



Obr. 8 Schéma připojení formou „Zeleného bonusu“ [1]

3.7. Perspektiva FV systémů

Ve světě se stále zvyšuje spotřeba elektrické energie, je to částečně tím že vzniká nová technika, nové produkty a málo které se dnes obejdou bez napájení elektrickým proudem. Zároveň se nedá předpokládat to, že by lidé chtěli žít bez všech těchto rozmařilostí. Toto a mnohé jiné se stali standardem 21. století a neodmyslitelně patří ke každodennímu životu každého z nás. Alternativ řešení této problematiky není mnoho, jelikož současný trend generace elektrické energie je závislý na fosilních palivech. To je však limitováno množstvím fosilních paliv a také naše matička Země neunes všechno, co člověk vyprodukuje. Proto spatřuji jako jedno z mála schůdných řešení alternativních zdrojů energie fotovoltaické systémy. Tyto systémy by se měly v okruhu dalších 20 až 50 let stát významným “partnerem”, který se bude podílet na výrobě elektřiny pod rouškou obnovitelných přírodních zdrojů. Již nyní můžeme říci, že se řadí mezi nejčistší zdroje elektřiny. Lze usoudit, že rozvoj FV systémů bude spolupracovat s moderní architekturou a tzv. inteligentními domy, kde budou FV systémy integrovány přímo do stěn a střech budov. Samozřejmě s tím souvisí i okna směřovaná k jižní straně a vytápění pomocí solárních kolektorů či geotermální energie, o této problematice částečně pojednává kniha: MURTINGER K., TRUXA J. *Solární energie*

pro váš dům [3]. Jak již víme FV systémy se dlouhodobě osvědčují ve vesmíru, kde jsou takřka jediným možným způsobem produkce el. energie při dlouhých misích. Dobrý příklad je orbitální stanice ISS, která je obsahuje velké množství FV panelů, které jí zajišťují dostatek energie pro její provoz.[3,4,6]

3.7.1. POHLED NA PROBLEMATIKU Z POHLEDU ZÁKONA 185/2005 SB.

V současné době je v České republice stále lukrativní zajistit svůj dům FV panely. Je tomu tak díky štědrému státnímu příspěvku na výstavbu a pořízení FV systému a garantované ceně výkupu elektrické energie dle zákona 185/2005 Sb. Garantovaná cena vykupované elektrické energie je po dobu 13 let, zákon uvádí, že provozovatel distribuční sítě (DS) může výkupní cenu snížit maximálně o 5 % meziročně. Na každý rok jsou tak uváděny ceny vykupované elektrické energie [Kč/kWh]. V tomto případě se jedná o přímý prodej vyprodukované elektřiny, kterou majitel FV systému odvádí přes elektroměr přímo do sítě. Druhá varianta, kterou uvítalo mnoho lidí, je vyplácení formou tzv. „zelených bonusů“. Vyrábí a přednostně se spotřebovává vlastní elektřina, za veškerou vyrobenou elektřinu pomocí FV systému dostává majitel FV elektrárny od státu tzv. „zelený bonus“. Jestliže nám stačí vyrobená elektřina pro vlastní spotřebu, ušetříme za nákup z distribuční sítě. V případě, že spotřebitel nespotebovává veškerou vyrobenou elektřinu, může prodávat přebytky zpět do sítě, a to za aktuální tržní cenu. V případě že spotřebuje více nežli vyrobí, platí za nakoupené kWh dle standardních cen stanovené distributorem. V obou zmiňovaných bodech se jedná o „síťový provoz“, na který se dotace v současnosti vztahují. Pokud budeme mluvit o „ostrovním provozu“, tady stát už štědrý není a veškeré náklady spojené s výstavbou si budeme muset uhradit sami, zároveň neobdržíme žádnou dotaci za výrobu el. energie přírodním obnovitelným zdrojem.

Na druhou stranu se tu naskytuje otázka likvidace starých solárních panelů, kde životnost je relativně dlouhá, ale co s fotovoltaickými panely po 25 letech? Na otázku se stále hledá odpověď a stává se tak často diskutovaným tématem dnešní doby. Současné řešení je recyklace FV panelů stejná jako recyklace bílé techniky. Tento přístup je však považován za přechodné řešení, problém má více příčin. Recyklační postupy nejsou stavěné na tento typ produktů, jelikož FV panely nejsou tak elektrotechnický produkt, jako stavební komponent. V současné době je FV panelů k recyklaci velmi málo, takže dosavadní recyklační kapacity

zvládají zpracovat vyřazené FV panely. To však nebude stačit na pokrytí všech vyřazených FV panelů kolem roku 2030, kdy je očekávána první etapa FV panelů na konci předpokládané životnosti. Pro tento problém se stále hledá objektivní řešení ve formě recyklace FV panelů, a využití křemíku obsaženého v FV panelech. [1,3,4]

4. Nanotechnologie

4.2. Popis

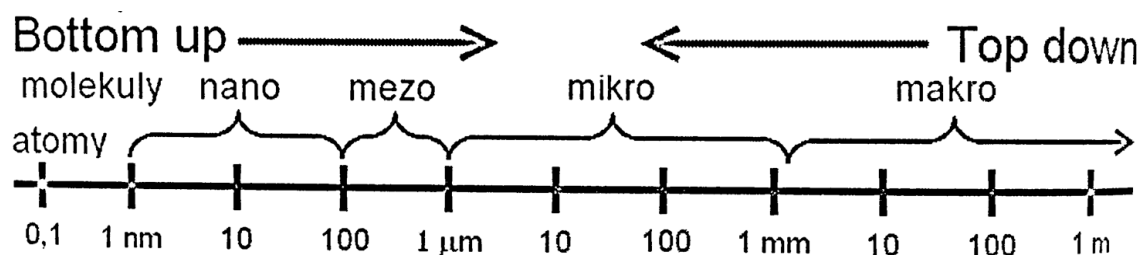
Pojem nanotechnologie je v posledních letech velmi diskutované téma ve všech vědních oborech. Již v roce 1959 přednesl Richard Feynman na výročním zasedání American Physical Society v California Institute of Technology (Caltech) Pasadena, USA, přednášku „There is Plenty of Room at the Bottom” [„tam dole je spousta místa”]. V jeho projevu předpověděl, možnost vytváření mechanismů a materiálů, na základě atomů a molekul. Bohužel v té době nebyla experimentální zařízení na takové úrovni, aby bylo možné jeho teorie ověřit. On sám se zmínil, že se jeho předpověď bude realizovatelná až tehdy, bude-li k dispozici vhodné experimentální zařízení, které umožní pracovat s takto malými objekty v řádech nanometrů. Zásadní přínosem pro nanotechnologie byl objev Skenovacího tunelovacího mikroskopu (STM) a mikroskopu atomových sil (AFM). Oba tyto mikroskopy spatřilo světlo světa v 80. letech minulého století, jedná se tedy o poměrně nový vědní obor, který je ve své podstatě jeden z nejstarších. Pojem „nano” vyjadřuje v praxi násobek základní jednotky - 10^{-9} (jedna miliardtina). Z toho vyplývá, že tato vědní disciplína se zabývá materiály, prvky, systémy a jejich aplikací splňující určité podmínky, převážně rozměrové. [7,8,9]

Podmínky:

1. Mají alespoň rozměr nebo svoji vnitřní strukturu v intervalu velikostí 1 – 100 nm (0,001 – 0,1 μ m).
2. Využívají fyzikálních nebo chemických vlastností na úrovni atomů a molekul, takže mají neobvyklé charakteristiky v porovnání se stejným materiálem nebo systémem, který nemá složky s nanorozměry.
3. Mohou být kombinovány tak, aby vytvářely větší struktury s důsledky do makrosvěta.

Tyto technologie mají přístupy k vytváření, které jsou obecně nazývány fyzikální nebo inženýrské přístupy od větších struktur k menším, ty mají svůj specifický termín: *Top-down*. Jsou však uplatňovány stejnou dobu technologie, založené na chemicko-

fyzikálním přístupem, ten jde ve směru „ze spodu“. Vytvářejí materiály a jiné nanoprodukty ze základních prvků – atomy, molekuly až po makromolekuly. Tato technologie má také svůj specifický název - *Bottom-up*[7,8,9].



Obr. 9 Grafické znázornění přístupů k vytváření nano-produktů [7]

4.3. vlastnosti a parametry

4.3.1. generace produktů nanotechnologií:

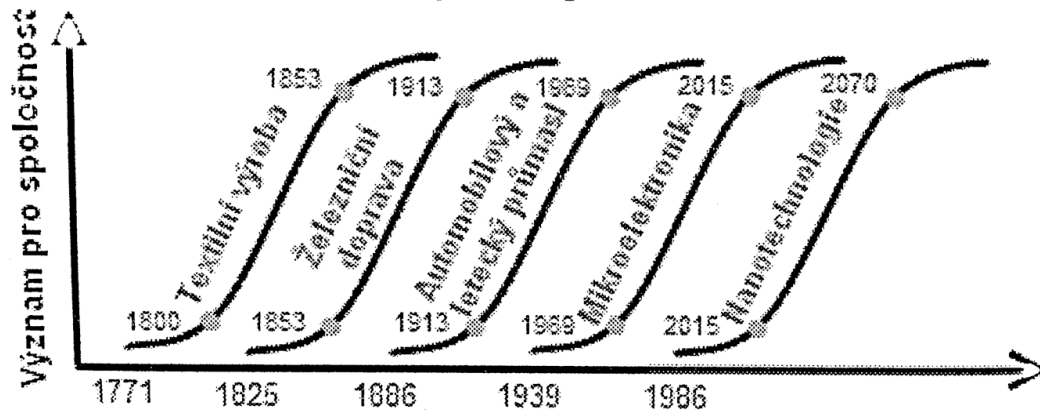
1. generace: V dnešní době jsou již komerčním produktem, jsou vnímány jako pasivní nanostruktury. Jedná se především o různé povrchové úpravy (například pro řezné nástroje), ochrany povrchů ve formě povlaků tenkých vrstev, nanomateriály – nanokompozity, jedná se především o základní materiálové funkce.

2. generace: Tato generace nanoproduktů začíná přicházet na trh, tyto nanoprodukty přešly od pasivních k aktivním funkcím a dovedou plnit určité složitější funkce. Tato generace zahrnuje: polovodičové prvky, solární články (zmiňované v kapitole fotovoltaika), spintronika, LED diody, nanosenzory, palivové články, nanoaktuátory, systémy cílené dopravy léků.

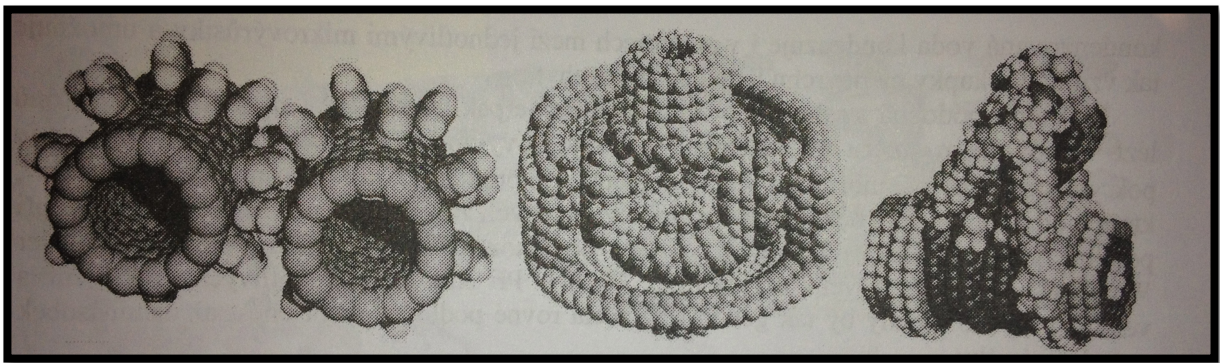
3. generace: Takto generace dosud není komerčního charakteru, avšak její komercializace se dá předpokládat v následujícím desetiletí. Tato řada je ve znamení 3D aktivních systémů nanoelektroniky a nanomechatroniky, biomimetických materiálů a jednoduchých organických strojů.

4. generace: Představuje produkty nanosystémů molekulárních strojů – viz. Obr.11, kde se vše uvažuje na úrovni atomů, přes konstrukci, opravu až po recyklaci, kdy končí životnost daného stroje. Stroje budou konstruovány v molekulárních továrnách, tato řada nanoproduktů bude vykazovat spoustu vlastností, jaké známe například u živých organizmů. Mnoho lidí by řadilo tuto generaci vývoje za hudbu budoucnosti, ovšem né tak vzdálenou, jak se na první pohled může zdát. Při přihlédnutí na trendy vývoje mikroelektroniky,

automobilového a leteckého průmyslu viz. Obr.10 a vůbec veškerého průmyslu, lze uvažovat o vývoji ve třetí a čtvrté dekádě 21. Století.[7,8,9]

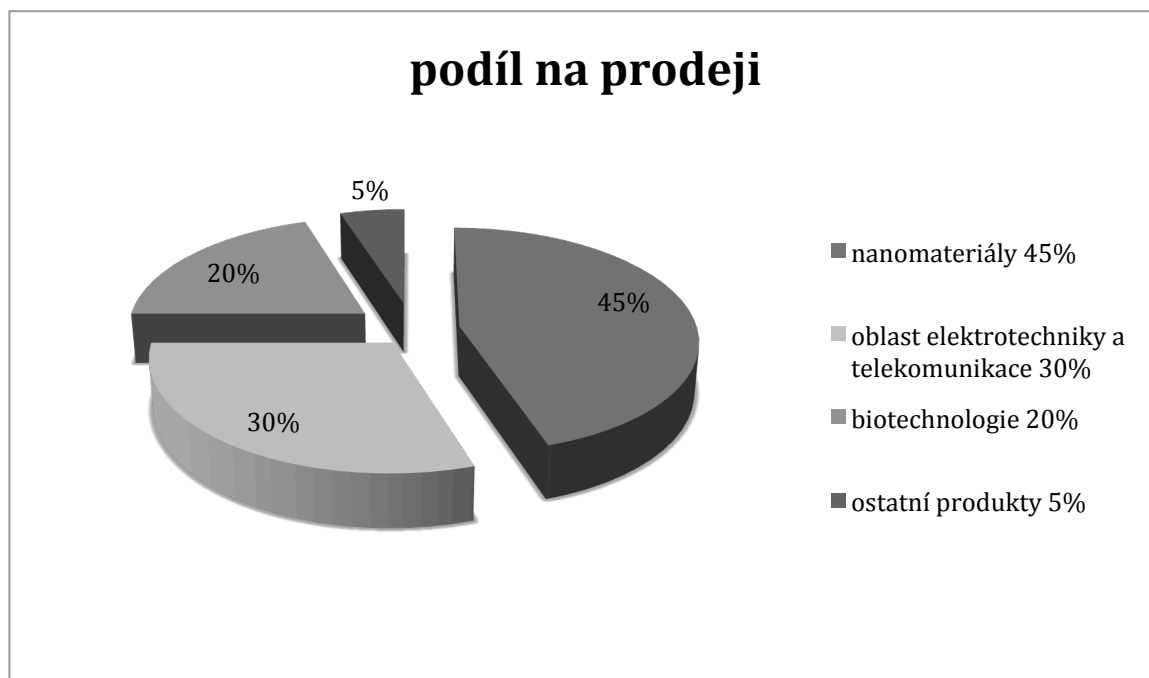


Obr. 10 Vývojový trend průmyslu napříč časem[7]



Obr. 11 Příklady modelů možných nanostrojů[7]

Současný stav prodeje nanoproduktů se v současnosti vztahuje jen na první a druhou generaci produktů. Na následujícím grafu – viz. Obr.12 je dobře vidět zastoupení jednotlivých nanotechnologií v oblasti prodeje na běžném trhu.[7,8,9]

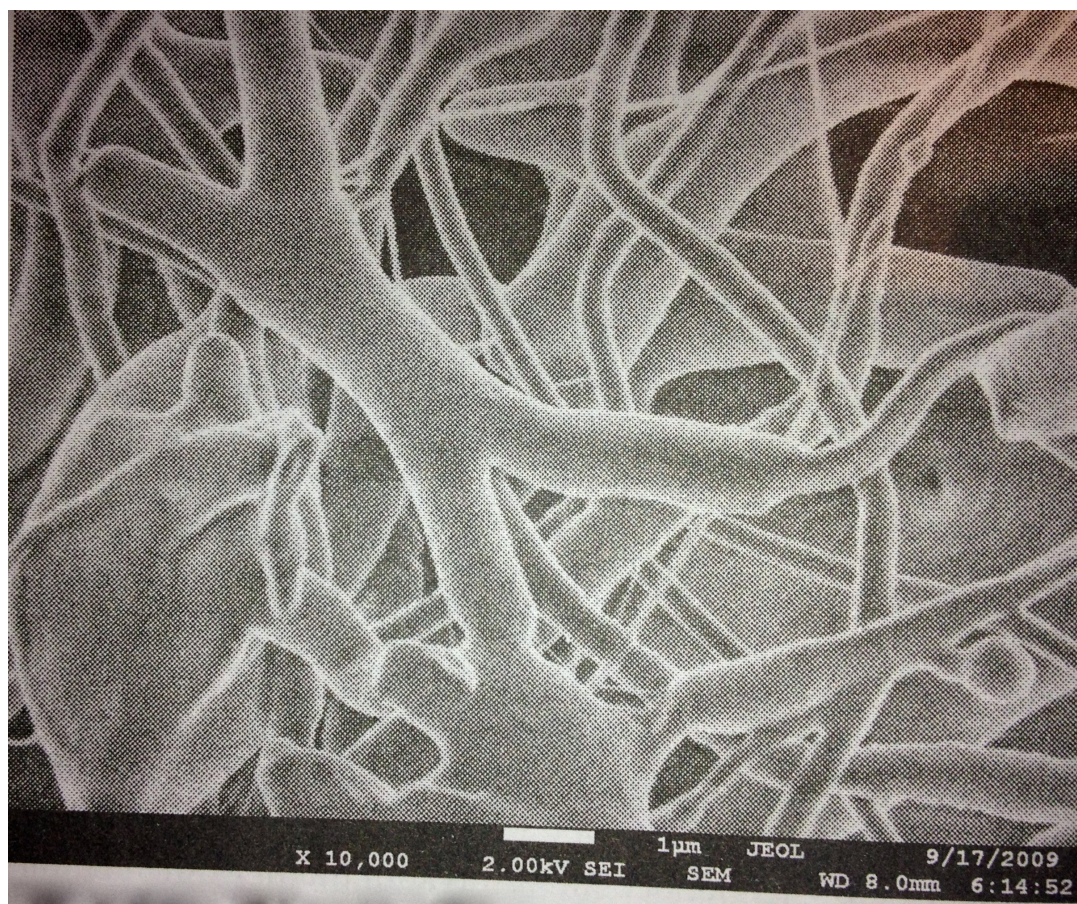


Obr. 12 Podíl nanoproduktů na prodeji v různých oblastech

4.3.2. Nejběžnější uplatnění nanoproduktů 1. Generace

Jsou to nejrůznější ochranné povlaky a ochranné vrstvy, které snižují pasivní síly – ořez a třesky o nástroj. Jsou v rozmezí stovek [nm] až po stovky [μm]. Tato tloušťka povlaků není nijak inovativní, nicméně struktura a složení povlaků a ochranných nátěrů jsou rozdílné. Jsou složeny z více nanovrstev, které dosahují ještě vyšší funkčnosti. Jedná se především o zvýšenou odolnost vůči různým typům opotřebení. V těchto řadách se nacházejí různé nanokompozity a velmi využívané jsou polymery. Tyto nanokompozity mají uplatnění v celé řadě průmyslových odvětví, jako: automobilový průmysl, (užitné plochy, olejové vany, palivové systémy – čerpadla, atd.), letecký průmysl – od vybavení po pryže pneumatik, výroba sportovního náčiní. Velmi dobré uplatnění si nanokompozity našly ve sportovním odvětví (výroba tenisových, raket, golfových míčků, lyží, cyklistických kol, helem a jiných sportovních potřeb, kde je nutná dobrá pevnost, pružnost při nízké hmotnosti). Další takovou

skupinou jsou antibakteriální materiály, ty jsou využívány při skladování potravin, pro antibakteriální oblečení, výrobu filtračních zařízení a mnoho jiné. [7,8,9]



Obr. 13 příklad struktury elektrovlákněných mikro a nanovláken biodegradabilního materiálu [7]

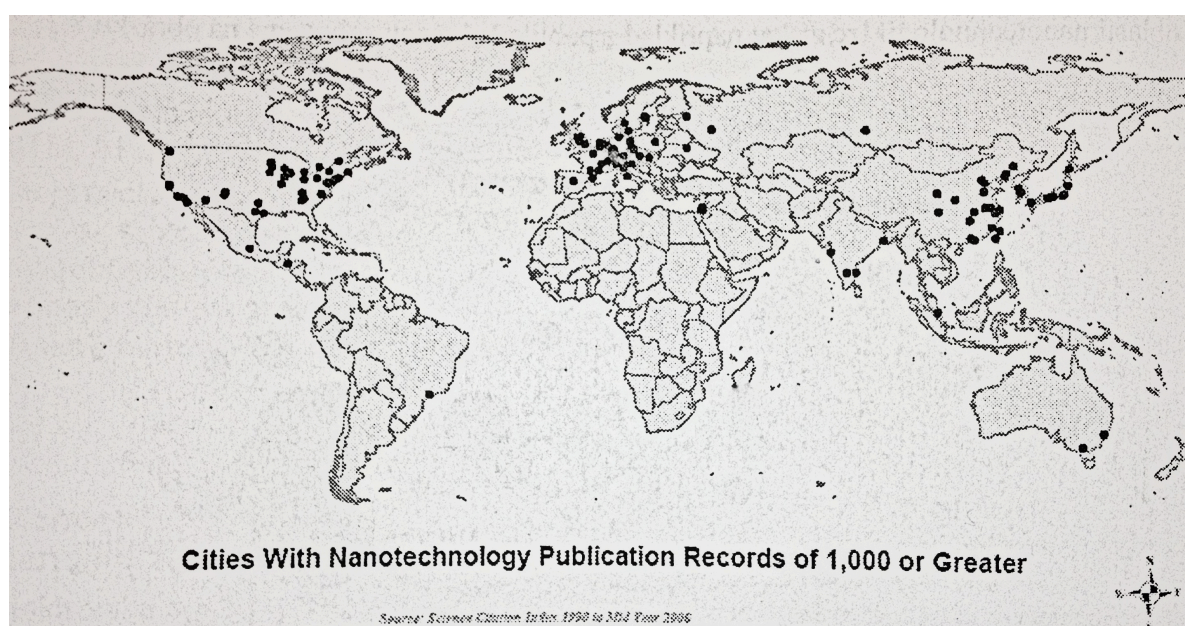
4.3.3. Nanoprodukty 2. generace

Jak bylo již zmíněno, jedná se o produkty převážně aktivního charakteru – vykazující jistou aktivní činnost. Za první by se dali považovat produkty 2. Generace čtecí hlavy magnetických disků s využitím magnetorezistenčních materiálů. Do této skupiny patří hlavně: tranzistory, LED diody, kvantové tečky, solární články, kondenzátory, zásobníky plynů, optické materiály s proměnnými vlastnostmi, MRAM či různé provedení aktuátorů. Všechny tyto věci se dají zařadit do „křemíkové technologie“. Křemík se stal v současné době jedním z nejvíce využívaných materiálů, bez kterého by se současná elektrotechnika víceméně neobešla. Tato skutečnost vychází z jeho významných elektrických vlastností. Křemík je poměrně dobře dostupný, zastoupený je dvěma třetinami z celkového množství hornin na Zemi, ale ovšem ne v chemicky čisté podobě. Dále do kategorie 2. Generace lze

zařadit technologii přesné dávkování léčiv - vícevrstvé částice léčiv, či materiály pro cílenou dopravu léčiv určující molekulární rozpoznávání. [7,8,9,10]

4.3.4. 3. Generace nanoproductů

Tato generace je stále intenzivně podporována a vyvíjena různými organizacemi po celém světě. To probíhá v mnoha disciplínách, nejvíce v: samoorganizaci, replikaci nanomateriálů, realizaci nanostrojů – mechatronika na základě fyzikálních a chemických metod, do vývoje se zapojuje i genové inženýrství. [7,8,9,10]



Obr. 14 Rozložení vývoje a vydání publikací ve světovém měřítku[7]

Legenda

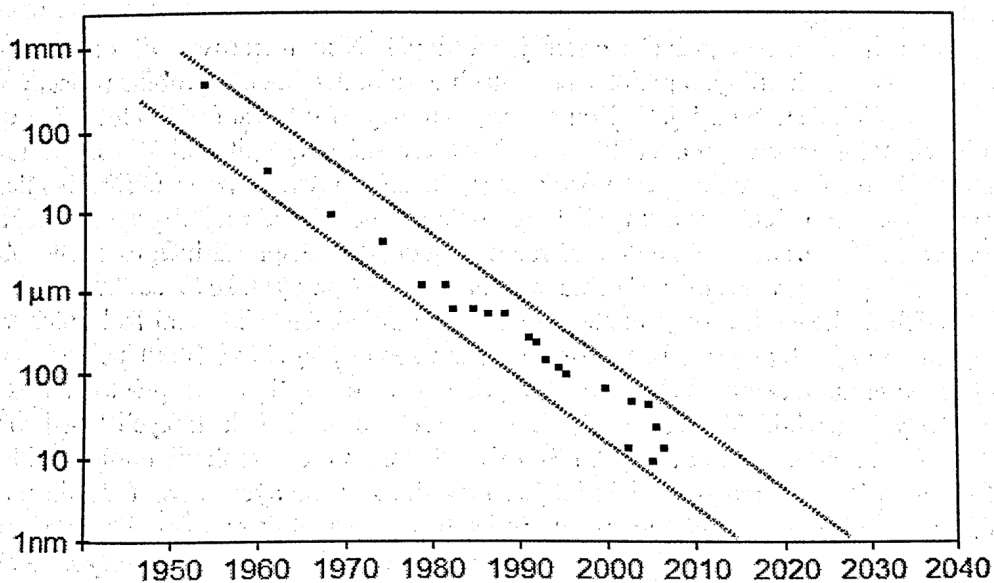
Cities with nanotechnology Publication Records of 1,000 or greater

(města s největším počtem publikací nanotechnologií 1000 a více publikací)

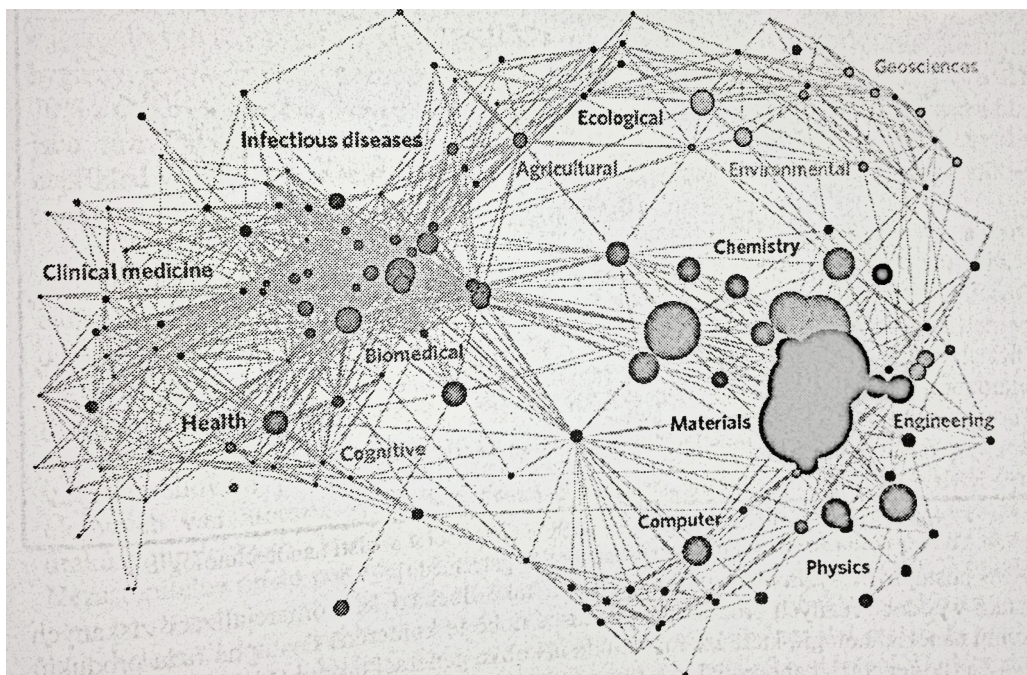
4.4. perspektiva nanotechnologií

Kam se bude ubírat další vývoj nanotechnologie je celkem jasné, budou to produkty 4. generace. Tato skupina se již stala cílem hledáček mnoho výzkumných institucí po celém světě, a není pochybu, že o ní ještě dlouho slýchat budeme. Současný trend rozvoje a intenzita výzkumu nanotechnologií vedou k odhadům, že během následujících 20 – 50 let nanotechnologie zcela změní možnosti a schopnosti lidstva. Změna nastane ve všech směrech, od makroskopických aplikací až po nanostroje fungující v molekulárním atomovém

měřítka. Tento vývoj se však nebude týkat jen nanostrojů, ale také mechanické nanopaměti skládající se z obrovského počtu pohybových hrotů (v současnosti 55 000 hrotů). Obrovský potenciál představují nanotechnologie pro oděvní průmysl v podobě využití „inteligentních materiálů“, kde oblečení může nejen generovat elektrický proud, ale bude obsahovat řadu biosenzorů sledujících například zdravotní stav svého nositele a řadu dalších zajímavých funkcí. V dohledné době pak bude k dispozici oblečení umožňující lidem pohybovat se jako gekon pro různém povrchu, tato technologie vychází z mikrolamel. Dále budou moci být vyrobeny obleky vybavené nanosvaly, které mohou ztuhnout díky CNT aktuátorům, či oblečení o takové materiálové hustotě, že bude odolné proti chemickým vlivům nebo radioaktivitě. Není pochyb že důležitost nanotechnologie stále poroste, odhadovat lze podle vývojového grafu – viz. Obr.15. Ten zachycuje zmenšování komponent (materiálů, elektrotechnických součástí, kompozit v materiálech, ochranných vrstev, aj.) a vyšší přesnost ve výrobě, kde je velmi běžná přesnost na setiny mikrometru. Tento trend zasahuje veškerá průmyslová odvětví. To je vidět na názorném schématu – viz. Obr.16, které ukazuje, že veškerý průmysl a vývoj se k nanotechnologiím uchyluje. Hustota čar mezi jednotlivými body naznačuje provázanost mezi jednotlivými obory a množství citací v člancích ostatních témat, velikost bodů naznačuje množství vydaných publikací vztahujících se k určitému tématu. Při analogii vývoje, který probíhal v s nástupem mikroelektroniky a počítačů, budou nanoprodukty 4. generace rozvíjeny již po roce 2015 a budou následně rozvíjeny během třetí a čtvrté dekády 21. století. [7,8,9,10]



Obr. 15 Vývoj využívaných rozměrů[7]



Obr. 16 Obory zabývající se nanotechnologiemi[7]

Legenda:

Clinical medicine	Klinická medicína	Cognitive	Objevování
Health	Zdraví	Biomedical	Biomedicína
Infectious diseases	Infekční onemocnění	Agricultural	Zemědělství
Ecological	Ekologie	Geosciences	Geologické vědní obory
Environment	Životní prostředí	Chemistry	Chemický průmysl
Materials	Materiály	Computer	Informační technologie a elektrotechnika
Engineering	Strojní průmysl	Physics	Fyzika

5. Technologie optických vláken

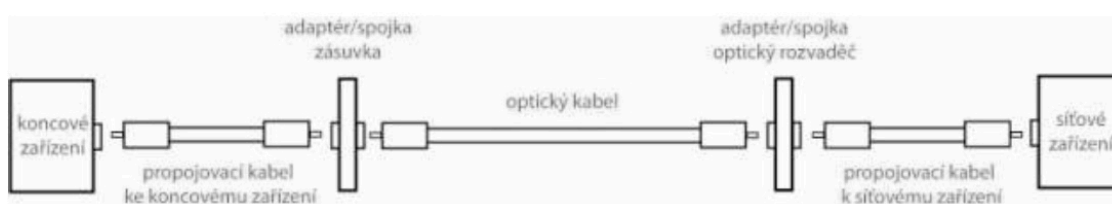
5.2. popis

Technologie optických vláken nabývá na významu, nejen jako přenosové medium propojující kontinenty (informační dálnice), ale i ve výstavbě telekomunikačních meziměstských linek. Optické vlákno může být plastové nebo skleněné vlákno (křemík), to přenáší signály prostřednictvím světla v určitém rozsahu. Optické vlákno je velmi tenké, jeho průměr se udává v mikrometrech. Můžeme se setkat s různými průměry, ty se odvíjejí od toho, jestli se jedná o jednovidové nebo mnohovidové vlákno. Mnohovidová vlákna mají význam především jako prvek firemních, domácích datových sítí – přenos na krátkou vzdálenost. Naopak v komunikacích se používají výhradně jednovidová optická vlákna – přes na dlouhé vzdálenosti. V dnešní době je velmi rozšířená výstavba komunikačních datových sítí, optická vlákna se stala běžná při realizaci datových sítí. Své místo si vysloužila díky velké přenosové vzdálenosti s relativně malým útlumem a vysoké přenosové rychlosti. Dále nabízí řadu jiných výhod jako: možnost vedení optických kabelů současně se silovými rozvody (necitlivost vůči elektromagnetickému rušení - nedochází k rušení datového signálu jako u metalových rozvodů). Při použití optického kabelu jako páteřní spojnice je síť galvanicky oddělena, optický kabel nevyzařuje žádné elektromagnetické záření. Také není možné odposlouchávat signál na vláknech, což zvyšuje celkovou bezpečnost celé datové sítě. Optická vlákna mají vysokou morální životnost, ta je dána skvělými vlastnostmi optických vláken. Rozhodující je také nízká hmotnost, která usnadňuje manipulaci a odlehčuje vodičí lišty, malý průměr vlákna se stává výhodou při instalaci.

Funkční princip: Informace v digitální podobě je možné přenášet prostřednictvím světla, tím že přítomnost světelného paprsku může být logická jedna, nepřítomnost světelného paprsku logická nula. Optická vlákna pracují se světelnými paprsky, odrazem a lomem světla. Světelný paprsek se při průchodu z jednoho prostředí do druhého odráží a ohýbá, při každém odrazu dochází k útlumu signálu v materiálu vlákna. Optické vlákno je možné popsat jako „tenkou trubičku” - válečkový dielektrický vlnovod přenášející vid (světlo) podél svojí osy, paprsek se uvnitř vlnovodu odráží od stěn zpět do středu vlnovodu. V optických kabelech se využívá infračerveného záření v rozmezí 800 nm – 1600 nm. Útlum je zpravidla uváděn v rozmezí dvou hodnot na jednotku vzdálenosti (např.: 5 – 10 dB/km),

každý typ optického kabelu má rozdílný útlum. Při větších vzdálenostech může docházet k disperzi vidu. Disperzi je věnován samostatný článek v následujícím textu. Datové toky jsou přivedeny do vysílače, kde jsou převedena na světelný signál a odeslána v podobě světelného paprsku optickým vláknem, na druhém konci jsou přijata přijímačem, zde jsou data dekódována. Obousměrný přenos dat může být realizován jedním vláknem nebo párovým vláknem („single-mode fiber” nebo „pair of fibers”). Při použití technologie přenosu párovými vlákny, se data přijímají jedním vláknem a odesílají se vláknem druhým. V případě použití jednoho optického vlákna pro přijímání/odesílání (single-mode fiber), princip fungování je odlišný a pořizovací cena je vyšší. Tato technologie přenosu pracuje s dvěma vysokými vlnovými délkami. Například u standardu 100BASE-SX se využívá dvou vlnových délek 1310/1550 nm, jedna vlnová délka data odesílá a druhá je přijímá. Standard 100BASE-SX používá jednovidové optické vlákno a speciální multiplexer, který rozděljuje signál na vysílací a přijímací vlnové délky. Vlnová délka 1550 nm je používána „po proudu” a vlnová délka 1310 nm je „proti proudu”.

V praxi pro vytvoření funkčního spoje potřebujeme ucelenou soustavu, obsahující všechny konstrukční prvky. Jsou to: optoelektronický vysílač (LED, infra-LED, laser), optoelektronický přijímač (fotorezistor, fotodioda, fototranzistor), optický kabel (optická vlákna), optické konektory, optočleny (galvanické oddělení elektrických obvodů). Bude-li se jednat o větší vzdálenosti, bude třeba zapojit optovláknové zesilovače. [11,13]



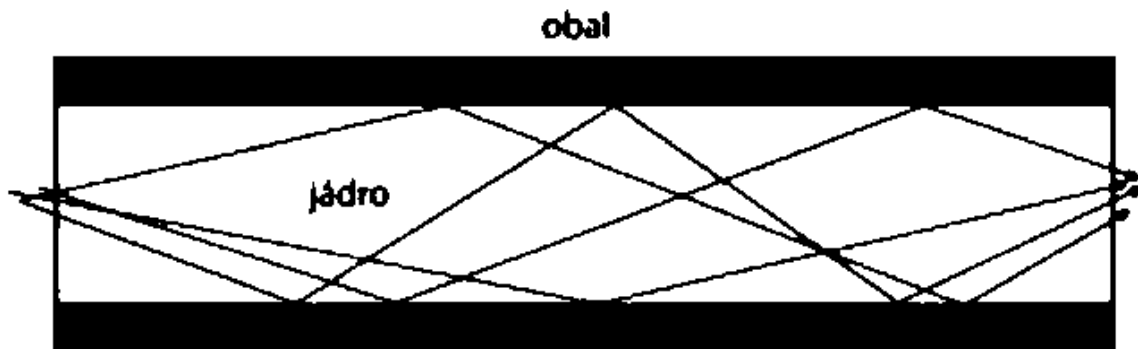
Obr. 17 Schéma zapojení optické cesty[9]

5.3. Vlastnosti a parametry

5.3.1. skokový index lomu = vícevidová vlákna se skokovou změnou indexu lomu

Do optického vlákna vcházejí vidy neboli paprsky pod mnoha úhly, vně vlákna se dále šíří totálním odrazem, tak vzniká mnohovidový způsob šíření signálu. V celém rozsahu vzdáleností od osy vlákna se index lomu obalu nemění, světlo se stále pod stejným úhlem. Při instalaci tohoto se dá očekávat útlum mezi 5 a 10 dB/km. Nevýhodou je vidová disperze, tím

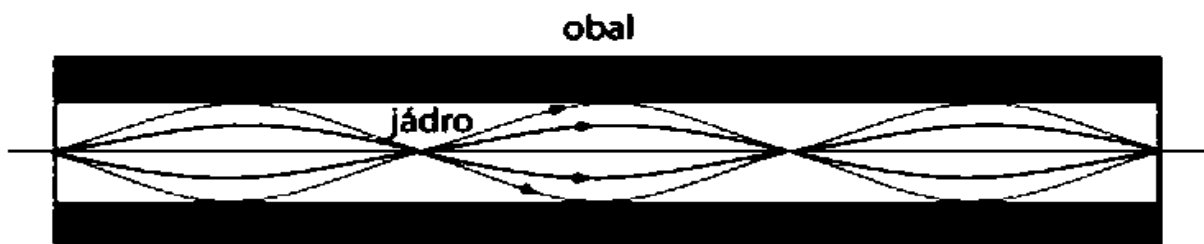
je omezena šířka přenášeného pásma. Použití tohoto typu vlákna je na krátké vzdálenosti, především v automatizaci a průmyslu. [11,13]



Obr. 18 Vícevidové vlákno se skokovou změnou indexu lomu[9]

5.3.2. změna indexu lomu = vícevidová vlákna s plynulou změnou indexu lomu

Paprsek vstupuje do vlákna jako sinusová křivka, což má značnou výhodu – všechny paprsky (vidy) dojdou na konec vlákna přibližně ve stejnou dobu. Zde se index lomu snižuje s rostoucí vzdáleností od osy vlákna, až se paprsek změní na kolmici a vrátí se zpět do středu vlákna. Velkou výhodou je eliminace vidové disperze, to se projeví jako menší zkreslení. Paprsky doběhnou na konec vlákna za stejný časový horizont. Nižší útlum 0,85 – 5 dB/km. Častým využitím jsou různé datové aplikace, přenos datových toků na krátké vzdálenosti – budovy, areály.[11,13]

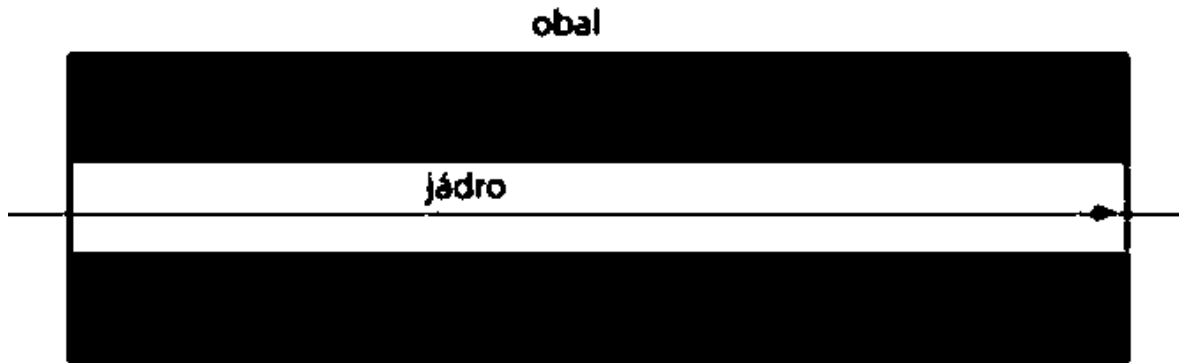


Obr. 19 Vícevidové vlákno s plynulou změnou indexu lomu[9]

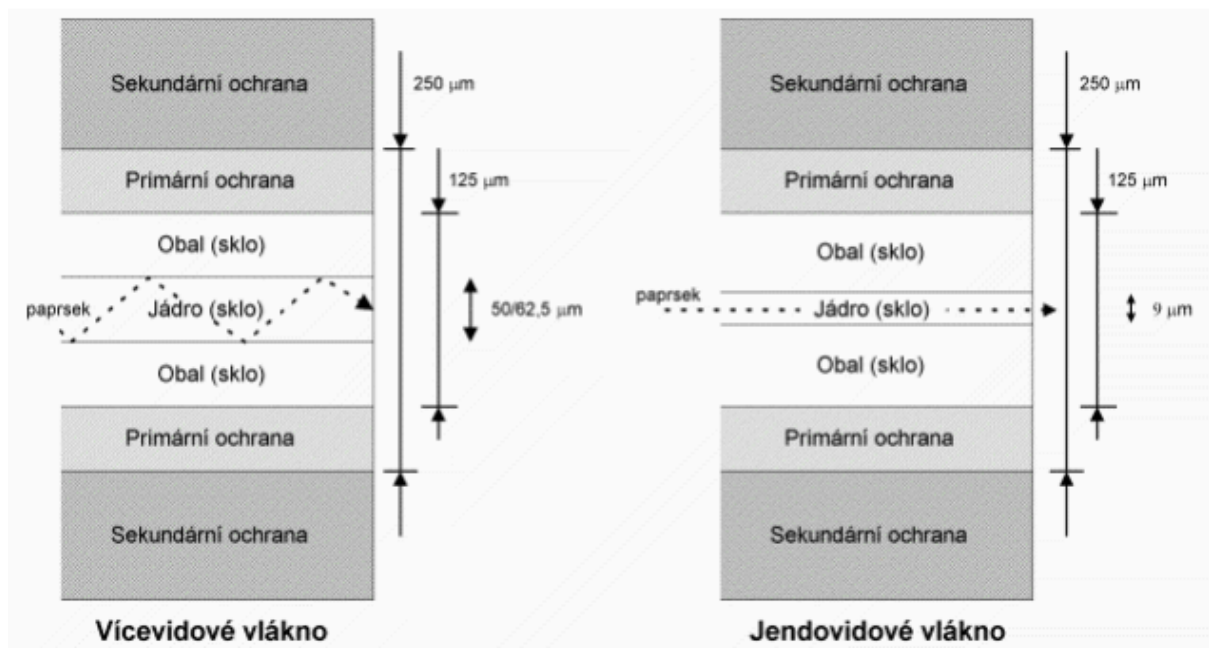
5.3.3. Jednovidové vlákno

Nejlepší parametry optické cesty mají jednovidová optická vlákna, v jádře takového vlákna je možné šířit jen jeden vid. Vlnovod je vyroben z homogenní skloviny. Tento typ vlákna vykazuje nejnižší útlum signálu, útlum 0,35 dB/km při 1310 nm, nebo 0,23 dB/km při vlnové délce světelného paprsku 1550 nm. Díky nízkému útlumu je použitelný pro přenos dat na velké vzdálenosti např.: mezi městy, státy, kontinenty. Uplatnění je v telekomunikacích či

pro přenos vysokorychlostního internetu. V porovnání s vícevidovými vlákny jsou jednovidová vlákna dražší. [11,13]



Obr. 20 Jednovidové vlákno[9]



Obr. 21 Vrstvy optického vlákna[9]

5.3.4. Konstrukce optických kabelů:

Prvek:	Popis:
Plášť kabelu	Více vrstev materiálu (podle požadavků s odolností proti UV, tlaku, teplotě, odolnost proti požáru, chemikáliím, podle způsobu uložení atd.)

Tažný prvek	Kevlar (aramidová příze), skelná příze, ocelové struny
	➤ PVC
	➤ polyetylen
	➤ LSZH
	➤ ocel
	➤ hliník

Tab. 1 Složení kabelů [9]

5.3.5. Význam značek

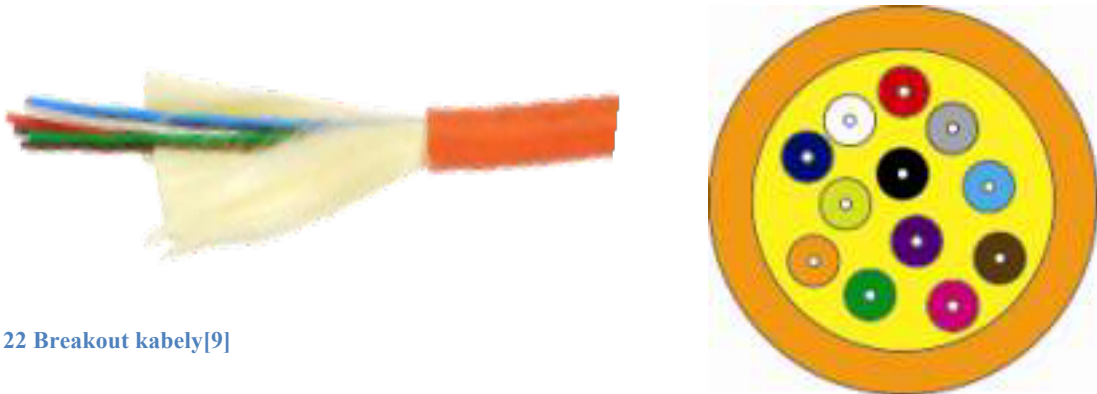
Značka	Význam:
V	Těsná sekundární ochrana
D	Vícevláknová sekundární ochrana
Q	Vodoblokující páska
ZN	Dielektrické tahové prvky pod pláštěm
Y	PVC plášť
2Y	PE plášť
H	LSZH plášť
B	Armování, zesílená mechanická ochrana
J	Vnitřní použití
A	Vnější použití

Tab. 2 Značení optických kabelů [9]

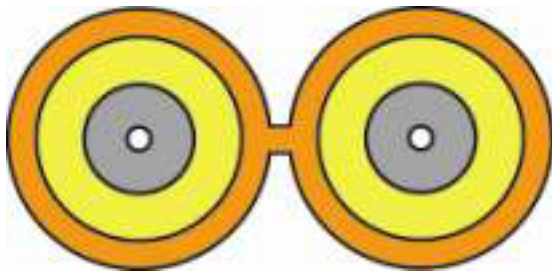
5.3.6. Dělení optických kabelů dle prostředí

V případě, když se rozhodujeme o nákupu vhodného kabelu je rozhodujícím kritériem, kde bude kabel tažen. Proto je možné vybírat ze 3 druhů kabelů vnitřní, venkovní, universální. Podle názvu je zřejmé, kde se kabel budu instalovat, rozdělení je na základě mechanické ochrany – odolnosti proti nepříznivým vlivům prostředí. Vnitřní kabel je určen instalacím uvnitř budov, kabely nemají tak silný plášť (mají méně mechanické ochrany). Venkovní je určen k instalaci mimo budovy (venkovní kabely se vyrábějí s různou silou ochranné vrstvy, např.: podmořské kabely, kde se váha jednoho metru optického kabelu včetně ochranného pláště pohybuje kolem deseti kilo). Universální kabely je možné použít vně budov i mimo ně. Použití univerzálních kabelů je nejčastější jejich pro velký rozsah teplotní tolerance a ochranu proto UV záření. Pro využívání venku by kabely měly být uloženy v chráničích. Do této kategorie se řadí breakout kabely – sekundární těsná ochrana s pláštěm pro jednotlivá vlákna, tento typ ochrany zajišťuje dostatečnou mechanickou ochranu proti fyzickému poškození (chrání kabel před působením vnějších vlivů). Jednou z možností jsou Zip-cord kabely, jedná se o dvouvláknový kabel podporující obousměrný

přenos (full-duplex). Tento typ kabelu je nejčastěji používán jako propojovací (patch) kabel. [11,12,16]



Obr. 22 Breakout kabely[9]



Obr. 23 Zip-cord kabel[9]

5.3.1. Kategorie optických kabelů

Norma ISO/IEC 11801 pro strukturovanou kabeláž zavedla rozdělení optických vláken do kategorií OM1/OM2/OM3 a OS1. Vláknem kategorie OS1 je standardní optické jedno vidové vlákno, běžně k zakoupení - označení 9/125 μm . Vláknem kategorie OM1 typově odpovídá vláknu 62,5/125 μm . Vláknem 50/125 μm , dnes velmi používané a splňuje parametry kategorie OM2. Vláknem kategorie OM3 lze provést jedině pomocí vláken 50/125 μm . Vláknem označená OM3 jsou vhodná pro střední vzdálenosti, uplatnění nalézají především pro aplikace 10 Gigabitového Ethernetu. Pro kratší vzdálenosti do 300 metrů je uplatněno mnohovidové optické vlákno, které je taktéž vyhovující, ideálně 50/125 μm kategorie OM2. Jednovidová vlákna jsou realizována pro delší vzdálenosti (nad 300m) a požadavku na vyšší rychlost přenosu dat. [11,13,14]

Kategorie	Vlákno		
OM1	50/125 μm	62,5/125 μm	-
OM2	50/125 μm	62,5/125 μm	-
OM3	50/125 μm	-	-
OS1	-	-	9/125 μm

Tab. 3

možné způsoby použití optických kabelů:

Třída	Fast Ethernet 100Base-FX	Gigabit Ethernet 100Base-SX	10G Ethernet 10GBase-SR
OF300	OM1	OM2	OM3
OF500	OM1	OM2	OS1
OF2000	OM1	-	OS1

Tab. 4

✓ **Fast Ethernet 100Base-FX**

Je verze Fast Ethernet přes optické vlákno. Využívá vlnovou délku 1300 nm blízkou infračervenému světlu (NIR – Near Infrared). Přenos je realizován na dvou optických vláknech, jedno pro příjem a druhé pro vysílání. Maximální délka je 400 metrů. pro half-duplex připojení (pro zajištění kolize jsou detekovány), a 2 km (6,600 ft) pro full-duplex přes vícevidové optické vlákno. [13,14]

✓ **Gigabit Ethernet 10Base-SX**

Standard 100BASE-SX je verze Fast Ethernet přes optické vlákno. Je to levnější alternativou k použití 100BASE-FX, protože používá optiku pro krátké vlnové délky, jsou znatelně levnější než optika pro dlouhé vlnové délky použitá v 100BASE-FX. 100BASE-SX může pracovat na vzdálenost až 550 m. Standard 100BASE-SX používá stejnou vlnovou délku jako 10BASE-FL, verze 10 Mbit/s přes optické vlákno. Na rozdíl od 100BASE-FX, což umožňuje 100BASE-SX, aby byly zpětně kompatibilní s 10BASE-FL. Vzhledem k použité kratší vlnové délce (850 nm) a kratší vzdálenosti, se pro 100BASE-SX používají méně nákladné optické komponenty (LED místo laseru), které z něj činí atraktivní volbu pro ty, kteří upgradují z 10BASE-FL a ti, kteří nevyžadují přenos na dlouhé vzdálenosti. [13,14]

✓ **10G Ethernet 10GBase-SR**

Jedná se o tzv. "short range" - vlákna s nízkým rozsahem, je to typ portu pro multi-mode vlákno a používá lasery o vlnové délce 850 nm. Data dokáže přenést až rychlostí

10,3125 Gbit / s. Ve všech možných třídách se řadí do levnějších variant optických vláken. Ovšem ani přenosová může být od 30 m do 400 m v závislosti na zvolené třídě.[13,14]

5.3.2. Měrný útlum vlákna

Měrný útlum se vyjadřuje v dB/km, je to měřitelný útlum signálu vně optického vlákna, který s přibývajícím vzdáleností narůstá (podobně jako je tomu u metalického vedení). Způsobují to tyto vlivy:

1. **Absorpce** – neboli pohlcení světelného paprsku materiálem tvořící optické vlákno.
2. **Rozptyl** – jádro a plášť optického vlákna není vytvořen z ideálního homogenního materiálu, při odražení paprsků dochází k tomu, že se část energie ztratí a část se odrazí.
3. **Ztráty ohybem** - tento vliv na útlum signálu tvoří značný podíl, obvykle jsou to jednotky až desítky [mm]. Eliminace je možná vhodnou konstrukcí kabelu. [9,10]

5.3.3. Disperze optického vlákna

Jedná se o to, že světelný paprsek má daný určitý průběh v závislosti na $\log(1)$ a $\log(0)$. V průběhu trasy, kterou musí signál uběhnout, nežli je opět přijat a dekodován se jeho tvar mění. Zpravidla se zmenšuje jeho amplituda a naopak se zvětšuje jeho šířka. Jestliže, je tato “deformace” signálu natolik velká, že ji není možné dekodovat a děje se to často je téměř jisté, že chyba je v konstrukčním řešení dané optické trasy (příliš velká vzdálenost pro vybraný standard, málo opakovačů, atd.).

Vidová disperze – každý jednotlivý paprsek dorazí na konec vlákna v rozdílných časových intervalech, z důvodu rozdílných délek drah.

Chromatická disperze – způsobena rozdílnou rychlostí šíření jednotlivých složek světla, každá vlnová délka je rozdílná, na konci vlákna dojde o opětovnému poskládání ovšem ne tak jako byly na začátku. [11,12,13]

Vlnové multiplexy

V případě, že chceme rozšířit kapacitu stávající optické trasy, je to možné díky tzv. vlnovému multiplexu. Ten nám dovoluje posílat jedním optickým vláknem více vlnových délek a tak rozšířit jeho kapacitu. Optické paprsky jsou odeslány do vlákna a na výstupu jsou multiplexem zase sestavena do výsledné formy.

- **Technologie WDM** (Wavelength Division Multiplexing)

Používá dvě vlnové délky, používán je pasivní vlnový multiplexer WDM, jedná se o levné, jednoduché, pasivní zařízení. Dovede rozdělit a spojit dvě vlnové délky do jednoho vlákna.

- **Technologie WWDM** (Wide Wavelength Division Multiplexing)

Přenáší většinou čtyři vlnové délky v oblasti 850 nm (mnohovidová optická vlákna), nebo 1300 nm (mnoho nebo jedno vidová optická vlákna).

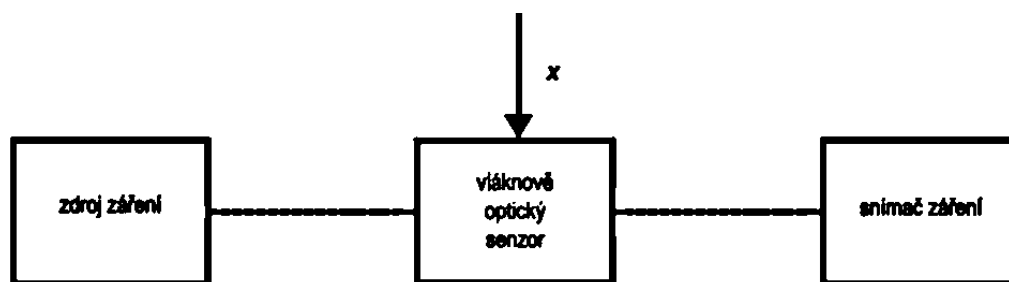
- **Technologie DWDM** (Dense Wavelength Division Multiplexing)

Použití nachází ve vyšších vrstvách například jako páteřní optické spoje, dovede pracovat až s 32, 64 vlnovými délkami, přenášeny v jednom optickém vlákne. Což ve výsledku znamená až jednotky TB/s. Tato technologie je velmi náročná na technickou vybavenost (výkonné laserové chlazené zdroje, optoelektronické detektory, optické zesilovače, aj.). [11,12]

5.4. Perspektiva

Optická vlákna jsou kvůli svým vlastnostem často nazývaná jako “medium budoucnosti”. Největší a nejvýznamnější využití nachází v podobě podmořských kabelů nazývaných “informační dálnice”, spojujících všechny kontinenty na světě. Jedná se o veškerý přenos informací, dat a telekomunikaci, bez kterých by okamžitě vypadla celosvětová komunikace a tisíce subjektů by bylo odříznuto. Pro příklad uvedení důležitosti „není to tak dávno kdy po zemětřesení 26. prosince 2006 se v blízkosti Tchaj-wanu sesuly skály a vyřadily podmořské kabely z činnosti. Jako domino padly telefonní a internetové sítě Tchaj-wanu, Číny, Jižní Koreje, Japonska a Indie. Miliony hovorů se nemohly uskutečnit, nesčetné webové stránky se neotevřely a nemohly být uzavírány online obchody s akciemi. Byl to jeden z největších výpadků v historii telekomunikačního průmyslu. Celkem zemětřesení tehdy porušilo osm kabelových systémů, tvořících většinu životně důležitého telekomunikačního spojení pro Asii” [Bauman M., Podmořské kabely mají stále budoucnost]. Z této ukázky je velmi jasné, jak důležitá je technologie optických vláken v budoucnosti. Na vývoji se intenzivně pracuje, rozvoj bude v přenosových rychlostech a tím souvisejícími komponenty (lasery, přijímače, multiplexy). Dále lze nárůst očekávat v používaných materiálech pro výrobu přenosového média - odstranění nežádoucích vlastností (útlum, nehomogenita vrstev jádra a pláště – zlepšení odrazu vně vlákna).

Vláknově optické senzory (VOS) je další stupeň kam byla posunuta technologie optických vláken. Ve své podstatě se jedná o využití nežádoucích vlastností optických vláken např. citlivost na ohyby. Pro tyto účely se používají vlákna s malým průměrem jádra – jednovidoidová optická vlákna, která mají průměr jádra 6 - 12 μm . Optické vlákno vytváří díky svým vlastnostem ideální prostředí a nenahraditelné prostředí, které lze ovlivňovat různými fyzikálními veličinami (tlak, tah, teplota, atd.). Optický senzor VOS je sestaven z optického vlákna, které je záměrně citlivé na měřenou veličinu, v některých případech např. pro snímání tlaku či teploty se využívá modulátor např. elektrooptický prvek. Modulátory se používají, protože samotné optické vlákno jako senzor teploty lze použít jen v rozsahu od 130 °C do 300 °C. Použití VOS je v mnoha směrech nenahraditelné např. hydrofony a gyroskopy, protože ani ty nejlepší klasické senzory nedosahují tak skvělých parametrů. Základní výhody VOS jsou nízká hmotnost, velmi malé rozměry, pasivita, vysoká citlivost, linearita, široké spektrum použití, odolnost proti elektromagnetickému rušení. VOS můžeme využít pro senzory úhlové rychlosti, rotace, zrychlení, intenzity elektrického pole a magnetického pole, teploty, tlaku, vlhkosti, viskozity, chemických a biochemických vlastností. K rozšíření využívání optických senzorů do každodenních aplikací je nutná jejich průmyslová výroba, čímž se sníží jejich cena. Velké využití v tuto dobu nacházejí VOS ve snímání teploty a tlaku. Jako perspektivní je také jeví využití teplotních senzorů v automobilech (motor, vnitřní okruh – topení, klimatizace), kde by skvěle obstarávaly komfort pro cestující. [12,15,17]



Obr. 24 Blokové schéma vláknově optického senzoru [17]

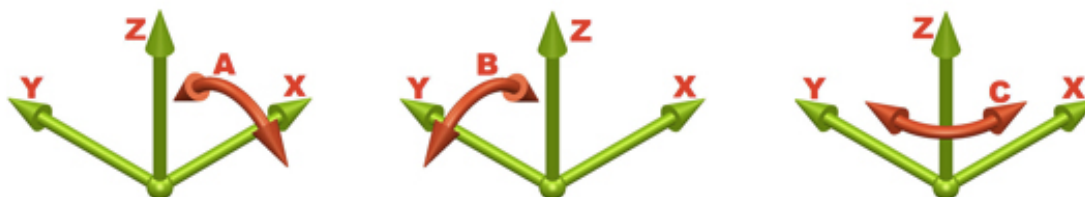
6. Třískové technologie obrábění

6.2. popis

Jedná se o proces, kdy dochází k oddělování částic materiálu obrobku břitem nástroje v podobě třísek a polotovar se mění na výrobek požadovaných tvarů, rozměrů a jakosti povrchu. Hlavní proces oddělování materiálu je specifikován jako řezání – řezný proces. Dle způsobu oddělování materiálu rozlišujeme:

- kontinuální (vrtání, soustružení, vyvrtávání)
- diskontinuální (hoblování, obrážení)
- cyklický (frézování, broušení)

Třískové obrábění je základním a doposud nenahraditelným způsobem obrábění, kde je běžně dosahovaná přesnost v setinách milimetru. V současnosti s příchodem automatizační techniky se ruční výroba (ruční soustruhy) zachovává převážně jen v soukromých dílnách, ve středních a velkých výrobnách se převážně využívají poloautomatické a automatické soustruhy a frézy (využívající revolverové hlavy viz. Obr 26 – obsahující řezné nože, vrtáky, závitové nože, aj.). Moderní automatické frézy používají pět os. Stroje pracující s třemi osami mají jen tři hlavní lineární osy X, Y, Z. Stroje pracující s pěti osami mají další dvě otočné osy, ve většině případů se tyto osy budou točit kolem jedné z hlavních os. Tento typ obrábění je často nazýván jako 3+2 obrábění. Pojmenování těchto os se liší od výrobce k výrobcu. Nejběžnější pojmenování viz Obr. 25



Obr. 25 Obráběcí osy [24]

Využití pěti pracovních os přináší řadu výhod: většina obráběných ploch včetně podkosů je možné obrábět při jediném upnutí. Díky tomu se snižuje čas potřebný pro manipulaci s obrobkem a současně se minimalizuje počet chyb. Nakloněním nástroje k normále povrchu získáme lépe opracovanou součást. Navíc při použití kratších nástrojů se zvyšuje tuhost stroje, snižuje deformaci plochy, dává lepší povrchovou úpravou a přesnost. [18,19,20]



Obr. 26 Revolverová hlava [21]

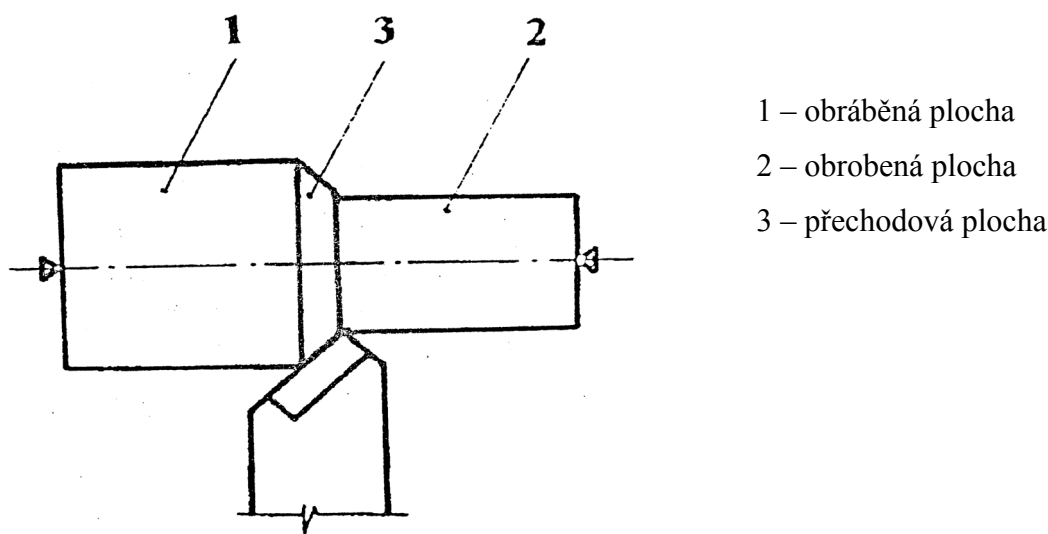
6.3. základní pojmy obrábění

Obrobek = Je to obráběná, nebo částečně obrobená, či zcela obrobená součást. Z geometrického hlediska je obrobek charakterizován: Obráběnou, obrobenou a přechodovou plochou -viz. Obr.27

Obráběná plocha = plocha, která má být obráběna řezáním (identifikuje se souborem parametrů: úchylka rozměru, struktura povrchu, vlastnosti povrchové vrstvy)

Obrobená plocha = plocha, která již prošla obráběcím procesem

Přechodová plocha = přechází z obrobené do obráběné části obrobku



Obr. 27 Základní plochy obrobku při podélném soustružení [18]

Nástroj = nástroj s pomocí stroje, umožňuje realizovat řezný proces. Nástroj je z geometrického hlediska určen svými prvky, plochami, ostřími a rozměry ostří.

Řezná část = jedná se o funkční část nástroje, skládá se z čela, ostří a hřbetu. Jedná-li se o vícezubý nástroj má každý zub svou řeznou plochu.

Základna = je to z pravidla plochý prvek stopky nástroje, obvykle je kolmý, nebo rovnoběžný k hlavní rovině nástroje, slouží pro uchycení při jakémkoli procesu činnosti.

Břit = řezná část nástroje ohraničená čelem a hřbetem nástroje, může být spojen s hlavním i vedlejším ostřím.

Hlavní pohyb = vzájemný pohyb mezi nástrojem a obrobkem, tento pohyb je realizován obráběcím strojem.

Směr hlavního pohybu = je definován jako směr okamžitého hlavního pohybu uvažovaného bodu ostří vzhledem k obrobku.

Řezná rychlost v_c = je vyjádřena jako okamžitá rychlost hlavního pohybu uvažovaného bodu na ostří vzhledem k obrobku.

Posuvný pohyb = je realizovaný obráběcím strojem jako další relativní pohyb mezi nástrojem a obrobkem.

Směr posuvného pohybu = je určen směrem okamžitého posuvného pohybu uvažovaného bodu ostří vzhledem k obrobku.

Posuvová rychlost v_f = je určena jako okamžitá rychlost posuvového pohybu v uvažovaném bodě ostří vzhledem k obrobku [18,19]

6.4. vlastnosti a parametry

6.4.1. Opotřebení řezných nástrojů

U řezných nástrojů dochází ostatně jako u jiných nástrojů k opotřebení, a to z různých příčin. Opotřebení řezných nástrojů se projevuje převážně na čele a hřbetě. Na čele je nástroj otírán odcházející třískou, což se většinou projeví výmolem rozrůstajícím se směrem od ostří. Hřbet je otírán obrobkem, opotřebení se projevuje ve formě nepravidelných plošek, ty se rozrůstají směrem od ostří.

6.4.2. Formy opotřebení:

- abrazivní opotřebení
- adhezivní opotřebení
- opotřebení chemického původu (difúze, oxidace)
- plastická deformace
- křehký lom

Opotřebení řezných nástrojů je možné snížit a současně zvýšit jejich životnost, a to zlepšením řezného prostředí. Velký vliv na opotřebení a tedy i životnost má odvod tepla z místa řezu. To se v praxi nejčastěji realizuje pomocí řezné kapaliny. Samozřejmě část tepla je z místa řezu odváděna odcházející třískou, to ovšem zpravidla nestačí. Velmi důležitá je i správná volba řezné kapaliny pro danou operaci a obráběný, ale i řezný materiál. [18,19]

6.4.3. řezné kapaliny

Hlavní funkcí řezných kapalin je odvod tepla z místa řezu, to se zajišťuje ve formě aktivního chlazení nebo mazáním, nebo chlazením a mazáním dohromady (emulze). Přiváděná kapalina zajišťuje snížení tření, a to jak vnitřního tak i vnějšího. Řezné kapaliny jsou nejběžnějším prostředkem pro chlazení obráběné plochy a řezného nástroje. Řezné kapaliny mají především vliv na: snížení tření mezi nástrojem a obrobkem, zlepšují kvalitu (jakost) obráběného povrchu, prodlužují životnost řezných nástrojů (především rychlořezných ocelí). Snižují povrchové zpevnění materiálu obrobku (povrchové zpevnění = povrchová vrstva obrobku je vlivem vysoké teploty zakalena – zvýšila se její tvrdost na úkor ztráty houževnatosti, jedná se o nežádoucí změny struktury a povahy obrobku). Řezné (procesní) kapaliny se obecně dělí do dvou základních skupin. Jsou to kapaliny převažující chladičím účinkem a kapaliny převažující mazacím účinkem. [18,19]

6.4.4. Charakteristiky řezných kapalin:

- **Chladičí účinek**
- **Mazací účinek**
- **Čističí účinek**
- **Provozní stálost**
- **Ochranný účinek (antikorozi)**
- **Zdravotní nezávadnost**
- **Přiměřené hodnoty**

6.4.5. Dělení řezných kapalin do skupin:

- **chladičí kapaliny** (převažující chladičí účinek)
- **řezné oleje** (převažující mazací účinek)
- **vodní roztoky** (nejjednodušší řezné kapaliny – nepříliš vhodné z hlediska aplikace, chladičí účinek)
- **emulzní kapaliny** (disperzní soustava dvou navzájem nerozpustných kapalin, jedna kapalina tvoří v druhé miniaturní kapičky – obvykle se jedná o olej rozptýlený ve vodě + přísady (emulgátory), které zlepšují vlastnosti procesních kapalin)
- **mastné oleje a tuky** (látky živočišného a rostlinného původu, obdoba minerálních olejů, sklon ke stárnutí, např.: řepkový, ricinový, lněný olej)
- **minerální oleje** (jedná se o výrobky z ropy, přidávají se přísady pro zlepšení vlastností – mazací, chladičí) [18,19]

6.4.6. Požadavky na volbu řezné kapaliny:

Tyto požadavky vycházející z poznatků:

- mechanismus tvoření třísky
- vlastnosti obráběného materiálu
- vlastnosti použitého nástrojového materiálu
- požadavky na jakost obrobení dílu

6.4.7. PŘEHLED DOPORUČENÝCH ŘEZNÝCH KAPALIN:

metoda obrábění	ocel			litina	nikl a jeho slitiny	bronz a mosaz	měď a slitiny	hliník a slitiny	hořčík a slitiny
	nízko- uhlíková	s vyšším obsahem uhlíku	nerez oceli						
soustružení	D 3	D 5	D 10	-	E	D 3	D 3	D 3	B
vrtání a vystružování	E, D 10	F	J	D 5	E	B	B	B	B
frézování	D 5	D 5	D 10	D 5	F	B	D 3	D 3	B
řezání závitů	H	J	J	D 10	J	C	B	C	B
řezání závitů na automatech	E	H	H	-	H	B	A	C	B
válcování závitů	F	F	F	-	-	C	A	B	A
řezání pilou	D 3	D 3	D 3	D 3	D 3	D 3	D 3	D 3	B
výroba ozubění	E	F	J	D 5	-	B	-	-	-
protahování	J	J	J	D 10	J	C	B	C	B
broušení	D 2	D 2	D 2	D 2,5	D 2	D 2	D 2	D 2	B
broušení závitů	J	J	J	-	-	C	-	C	C

Tab. 5 Řezné kapaliny [8]

A	minerální oleje	E	minerální oleje s přísadami
B	mastné oleje	F	lehké minerální oleje s přísadami
C	maštěné oleje s přísadami	H	oleje aditivované
D	emulze (číslo značí koncentraci v %)	J	maštěný olej s přísadami

Tab. 6 Legenda tabulky řezných kapalin [8]

6.5. materiály řezných nástrojů

V oblasti automatizované techniky se zpravidla využívají nástroje s vyměnitelnými řeznými destičkami – nejvíce ze slinutých karbidů a povlakových destiček. Ty zaujímají své postavení 80 % z celkového rozsahu využití.

6.5.1. obecné rozdělení nástrojových materiálů:

- ❖ nástrojové oceli uhlíkové
- ❖ nástrojové oceli nízkolegované
- ❖ rychlořezné oceli, RO (HSS), vysokolegované, (obsahují vysoké množství legujících prvků)
- ❖ stellity
- ❖ Slinuté karbidy, SK
- ❖ Slinuté karbidy s tvrdými povlaky
- ❖ Cermety – [ceramic-metal] = keramické částice s kovovým pojivem (tvrdé složky jsou tvořeny většinou z karbidu titanu (TiC), nitridem titanu (TiN) či karbonitridem titanu (TiCN)
- ❖ Keramické nástrojové materiály, KM
- ❖ Polykrystalický kubický nitrid bóru, PKNB
- ❖ Polykrystalický diamant, PKD
- ❖ Přírodní diamant

Při volbě řezného nástroje je důležité položit si otázky typu: K čemu ho budeme používat? - Jaká bude složitost obrobku? - Jaká je obrobitelnost obráběného materiálu? – O jaký druh pracovní operace se bude jednat? - Jaké řezné parametry si zvolíme? - Jakým výkonem řezného stroje disponujeme? - Jaká bude konečná drsnost obrobeného povrchu? - Náklady na obrábění? - Tvarová přesnost? - Na toto vše by jsme si měli položit otázku, před pořízením řezného nástroje. Vhodně zvolený řezný nástroj k dané operaci zajistí dodržení požadavků na obrobek a zároveň dobrou životnost. [18,19]

6.5.2. Rychlořezné oceli:

Tvrdość rychlořezných ocelí je dána zakalením na martenzit a přítomností legujících prvků (Cr, W, Mo, V), ty se slučují s uhlíkem vázaným v oceli. Tento druh ocelí snáší

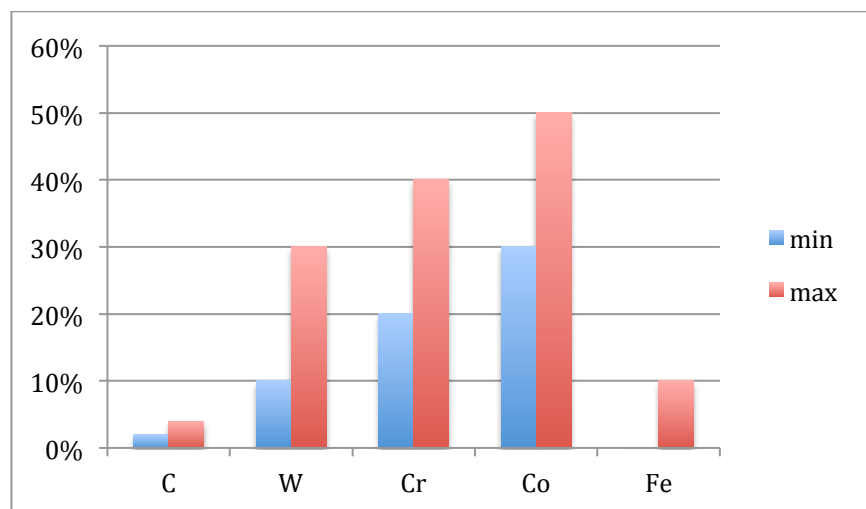
poměrně vysoké obráběcí teploty cca do 600 °C. Uplatnění těchto nástrojových materiálů je široké: soustružnické nože, tvarové nástroje, frézy, vrtáky, závitorezné nástroje, výstružníky, aj. Jsou vhodné pro vysokovýkonné stroje, nebo řezné operace při niž dochází k rázům (přerušovaný řez). Důležitým prvkem při využívání RO je volba vhodné řezné kapaliny.

6.5.3. Stelity:

Tvrдость je dána velkým množstvím karbidů chromu a wolframu, přítomnost železa ve stellitech nemá být vyšší nežli 10%, přítomnost Fe se považuje za nečistotu. Tento typ materiálu není možné obrábět běžnými způsoby, proto se odlévá vcelku nebo jako břitové destičky. Destičky se dále neobrábí, jen se po odlití přebrousí. [18,19]

Složení:

- C 2 - 4%
- W 10 - 30 %
- Cr 20 - 40 %
- Co 30 -50 %



Obr. 28 Histogram obsahu prvků stellitů

6.5.4. Slinuté karbidy

Vyrábějí se práškovou metodou, kdy se spékají karbidy wolframu (WC) a karbidy titanu (TiC), Ta, Cr a dalších kovů. Jako pojivo se pro spékání používá kobalt. Tepelné zpracování SK se neprovádí. SK jsou vysoce otěruvzdorné, jsou však více křehké – je zde reálné riziko vydrolení ostří, proto se nedoporučují používat pro přerušované řezy, při niž dochází k rázům. Nutné je pak vybírat z nabízených typů SK a zvolit si, co je pro typ operace, kterou budeme provádět přednější – velká otěruvzdornost a malá houževnatost, nebo

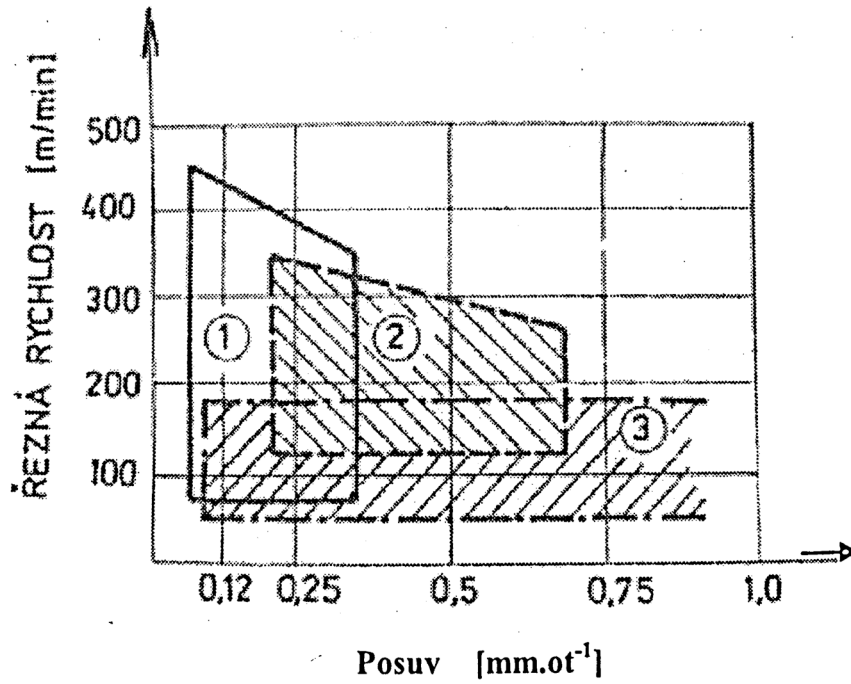
naopak. Používají se nepovlakované SK a povlakované SAK, povlaky se vytváří z: karbidu titanu (TiC), nitridu titanu (TiN), oxidu hlinitého (Al_2O_3) neboli korund – jeden z nejtvrděších známých materiálů, povlaky mohou být jednovrstvé nebo vícevrstvé.

6.5.5. Keramické řezné materiály

Jsou to kombinované materiály a jde je rozdělit do dvou základních skupin, materiály na bázi: **kysličníku hlinitého** nebo **nitridu křemičitého**

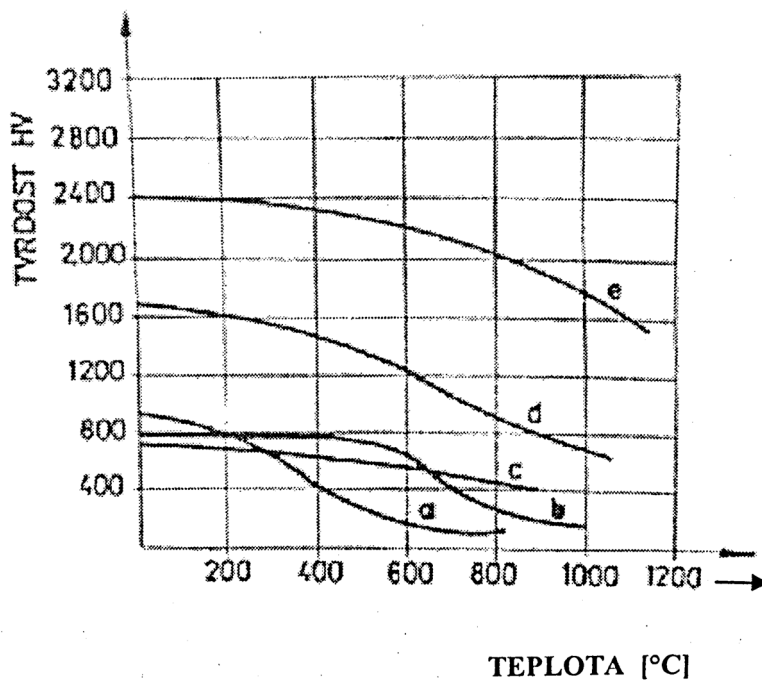
KM na **bázi kysličníku hlinitého** - základní složkou je korund, Al_2O_3 - dosud jedním z nejtvrděších známých materiálů. Ten je však velmi křehký, proto se přidávají jiné prvky pro zvýšení houževnatosti, je to například: nikl, molybden, chrom, karbidy titanu, karbidy molybdenu a karbidy wolframu. Řezivost keramických nástrojů je dána přímo tvrdostí Al_2O_3 . Tento zvláštní typ nástrojového materiálu snáší velmi vysoké řezné teploty okolo 1200 °C a více. Uplatnění nachází především při obrábění šedé litiny, tvárné litiny, cementačních ocelí, nástrojových a rychlořezných ocelí. Hustota zrn KM ovlivňuje přímo: tvrdost, pevnost a odolnost proti tepelným rázům řezné keramiky.

Čistá keramika obsahuje až 99,9% Al_2O_3 (kysličník hlinitý – korund), tato keramika se zpravidla doporučuje pro dokončovací operace soustružení. Pro zlepšení její životnosti se používá kysličníku zirkonu (ZrO_2) a to až do 20%. Můžeme se setkat se **směsnou keramikou**, kde vedle korundu zaujímá velké množství TiC (20-40%). Vyznačuje se vyšší odolností proti rázům. Dále se můžeme setkat s **keramikou na bázi nitridu křemíku**, je charakteristická mechanickou odolností proti porušení břítu. Ta je vhodná jak pro dokončovací operace, tak pro hrubovací operace šedé litiny. Vhodná je i pro přerušované řezy, odolná je proti teplotním rázům – soustružení žárupevných slitin. KM jsou materiály odolné proti: abrazivnímu opotřebení, odolnost proti chemickým vlivům, vysoká odolnost při poklesu tvrdosti vlivem vysokých teplot. [18,19]



- 1 – řezná keramika
- 2 – povlakované SK
- 3 – nepovlakované SK

Obr. 29 Oblasti ekonomického použití řezných podmínek [8]



- a – nástrojová ocel
- b – rychlořezná ocel RO
- c – stellit
- d – slinuté karbidy SK
- e – keramické materiály KM

Obr. 30 Oblasti ekonomického použití řezných podmínek [8]

6.6. Perspektiva

6.6.1. Supertvrde řezné materiály

Do této kategorie spadá řezná keramika, která byla popsána v předchozím textu, ta je v dnešní době čím dál tím více používána mezi běžnými spotřebiteli. Dále jsou to syntetické řezné materiály, které v současné době tak běžné nejsou. V současné době jejich pořízení omezuje vysoká pořizovací cena. Ovšem je jisté, že si své místo mezi běžnými spotřebiteli si již brzy najdou.

Syntetické materiály:

- a) Polykrystalický kubický nitrid bóru (PKNB)
- b) Polykrystalický diamant (PD)

Dále patří do kategorie supertvrdých řezných materiálů všechny materiály, které tyto komponenty obsahují (diamantové prášky, prášky kubického nitridu bóru, brousící kotouče obsahující tyto komponenty, diamantové brousící pasty, řezné nástroje osazené segmenty, PKNB nebo PD, orovnávače s práškovými komponenty kubického nitridu bóru nebo diamantu, kompozitní materiál. Při výrobě syntézy diamantu je nutné dosažení velkých tlaků – až 6 GPa při teplotě nad 1500 °C, což se ve výsledku projevuje velmi vysokou cenou. Při výrobě slinutého prášku nitridu bóru je potřeba tlaku až 5 GPa při teplotě přesahujících 1400 °C. Tělíška se vyrábí již do požadovaného tvaru, ten se jen mechanicky opracovává na tvar řezné destičky. Konečné dobrušování se zpravidla provádí diamantovými kotouči, což se následně promítne v ceně produktu. Zkoušejí se však i jiné, nekonvenční metody obrábění jako: obrábění laserem, elektroerozivní obrábění, aj. [18,19]

Fyzikální vlastnosti supertvrdých materiálů:

vlastnost	Jednotka	PKD	PKNB
Měrná hmotnost	$g * cm^{-3}$	3,4 ÷ 4,5	3,5 ÷ 4,35
Tvrdość HV	MPa	5000 ÷ 8000	2700 ÷ 3500
Pevnost v tahu	MPa	780 ÷ 910	590 ÷ 800
Pevnost v tlaku	GPa	4,2 ÷ 8,0	2,7 ÷ 3,5
Součinitel délkové roztažnosti	$10^{-6} * K^{-1}$	3,2 ÷ 4,6	4,6 ÷ 4,9
Měrná tepelná vodivost	$W * m^{-1} * K^{-1}$	120 ÷ 550	45 ÷ 200
Pevnost v ohybu	MPa	1200 ÷ 1700	500 ÷ 800

Obr. 31 Vlastnosti supertvrdých materiálů [18,19]

Možné použití:

Polykrystalický diamant je vhodný k obrábění neželezných kovů, jedná se o materiály jejichž teplota tavení leží pod 700 °C. Může to být například: hliník a jeho slitiny, měď, mosazi, bronz, titan a jeho slitiny, sklolaminát, tvrdý kaučuk, grafit, skla, atd. Perspektiva je spatřována v obrábění dřeva. Nevýhoda diamantu je, že má nízkou teplotní stálost. Při teplotě nad 650 °C se mění na grafit. Další možné využití je objímka ze slinutého karbidu SK s diamantovým jádrem.

Kubický nitrid bóru má mnohem menší teplotní vodivost než polykrystalický diamant, a tak není náchylný na teplotní problémy, jako zmiňovaný polykrystalický diamant. Využití se předpokládá u soustružení tvrdých a žáruvzdorných materiálů, kalené oceli, nežíhané tvrdé litiny, nástrojů z tvrdých kalených ocelí, kobaltových a niklových slitin, atd.

6.6.2. Další vývoj řezných materiálů:

Vývoj těchto materiálů je zaměřen na širší použití a výzkum nových řezných materiálů, které by měli ještě lepší vlastnosti. Vlastnosti na které se vývoj především zaměřuje jsou, nižší hmotnost a vyšší pevnost, snížení výrobní ceny a tedy i zvýšení dostupnosti pro běžného odběratele. Za nejpoužívanější řezný materiál se dnes považuje povlakované slinuté karbidy – vývoj se zaměřuje na slinování a povlakování. Keramické materiály vykazují, že jejich vývoj není dosud dokončen, především keramika v kombinaci různých výstužných vláken – kompozitní materiály. Jako velmi perspektivní materiály se jeví rychlořezné a zušlechťené oceli se silnou povrchovou vrstvou nitridu titanu. Syntetický diamant a polykrystalický kubický nitrid bóru bude dobrou volbou pro speciální případy obrábění. [18,19]

7. Technologie vstřikování plastů

7.2. Popis

Při výrobě technologií vstřikování se hlavní surovina – plastový granulát ten je veden ze zásobníku do plastifikačního šneku. Šnek tlačí granulát do válce, kde je granulát roztaven a tlačěn do vstřikovací trysky, skrz trysku je roztavený plast tlačěn do dutiny formy. Když je výstřík (výstřík = produkt procesu vstřikování) ochlazen, forma se otevře a výstřík je vyhozen z formy, poté se celý proces opakuje.

Technologie vstřikování nepatří k novým technologiím, je známa a využívána již dlouhou dobu. Již v roce 1921 pánové A. Eichengrün a H. Bucholtz prováděli výzkum a vyvíjeli první ruční vertikální vstřikovací stroj. Ve stejném roce se v USA začala jistá firma B+B Metal Works zabývat výrobou forem a obchodem s nimi. Roku 1926 německá firma Eckert und Ziegler nabízela první horizontální stroj pro vstřikování s formou na pohyblivých upínacích deskách. Z trendů vývoje průmyslového rozvoje (v kapitole Nanotechnologie) je evidentní jakou rychlostí se nadále rozvíjela i tato technologie. Jelikož již v roce 1936 v USA byly zavedeny do vstřikování časové ovladače. Roku 1977 se začaly zavádět do technologie vstřikování zpětnovazebné řídicí systémy ovládané mikroprocesorem a v roce 1985 byl předveden vůbec první pracující systém využívající matematické 3D modelování, a také první plně elektrický vstřikovací stroj.

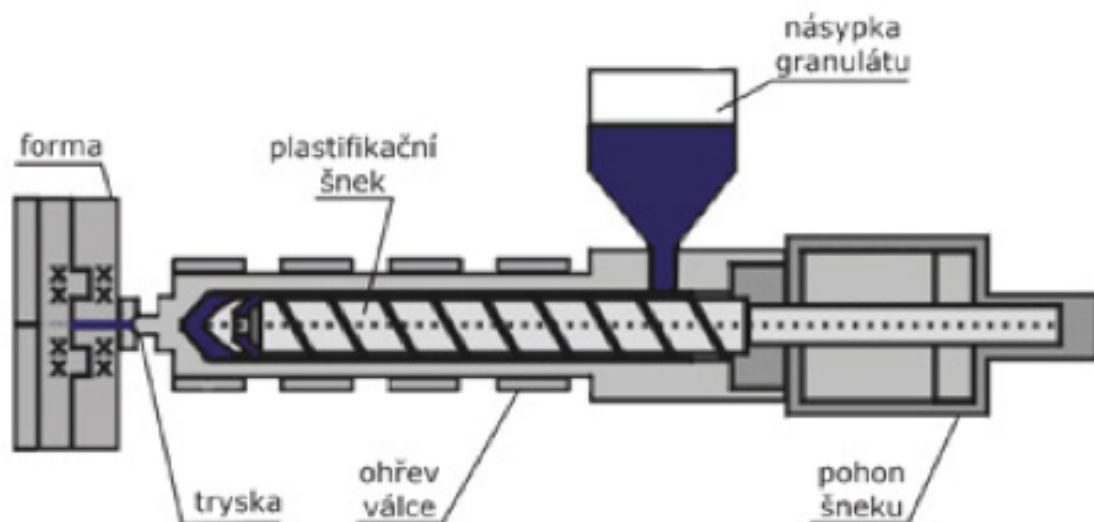
Jak je v krátkém historickém přehledu vidět, technologie vstřikování urazila bouřlivý rozvoj, především v druhé polovině devatenáctého století až po současnost, kdy dochází k intenzivní globalizaci. V současné době je na výrobním trhu tato technologie intenzivně využívána. Je tomu díky širokým možnostem pro využití termoplastů, především výroba automobilových dílů tvoří největší podíl v tomto průmyslovém odvětví. Další významnou oblastí využití termoplastů je elektrotechnický průmysl a zbylý průmysl. Tento fakt nadále činí z technologie vstřikování perspektivní technologii i v budoucnosti. Vysoká přesnost výstříků, které po vyndání z formy jsou schopny bez dalších úprav putovat přímo do spotřeby. Výstřík v průběhu své výroby dostane vše, co by měl mít cílový výrobek (požadovaný tvar, barvu, charakter povrchu, lesk, matný povrch, atd.), v některých případech se cílový výrobek skládá z více výstříků, a tak je nutná následná montáž. V některých případech je kvůli složitosti výrobku nutné svařování výrobku z více výstříků, může se provádět drobné obrábění, či potiskování nejrůznějšími vzory. Přesto se jedná o velmi přesnou technologii výroby. Vývoje vstřikovacích materiálů, se vždy zaměřují na konkrétní

skupiny výrobků. Dá se říci, že se vždy jedná o určité modifikace vstřikovacího procesu, zařízení a forem. Tyto modifikace pak umožňují další nové aplikace ve výrobní praxi.[22,23,26]

Modifikace vstřikovacího procesu:

- vícekomponentní vstřikování ve všech jeho variantách
- vstřikování dutých a tlustostěnných dílů s využitím tlaku inertního plynu nebo vody – GIT (Gas Innendruck Technik), WIT (Wasser-injektionstechnik)
- výroba výstřiků se stěnami malých tloušťek
- technologie vstřikování strukturně lehčených plastů
- Technologie MuCell (Mikrocellular Foam Molding)
- Dekorativní vstřikování a jeho modifikace
- Kombinace modifikovaných procesů
- Kaskádové vstřikování
- Vstřikování s regulací plnění dutiny formy v reálném čase – Dynamic Feed

[22]

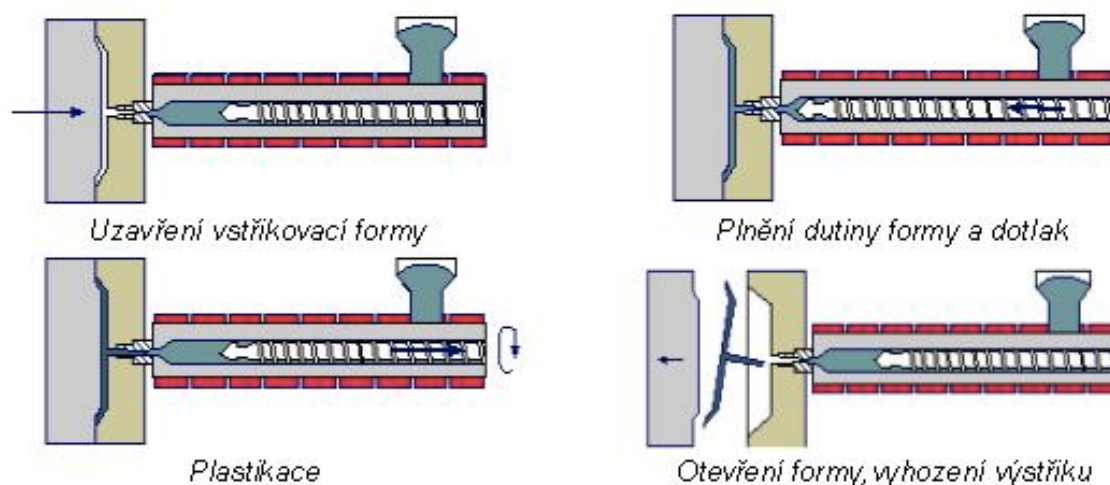


Obr. 32 . Schéma vstřikování [24]

Vstřikování lze definovat jako diskontinuální výrobní proces, z hlediska výroby se jedná o cyklickou činnost. Z tohoto důvodu je hlavním předpokladem kvalitní výroby stabilita celého procesu, současně je nutné, aby byla zajištěna celková optimalizace

výrobních parametrů. Znamená to, že je kladen požadavek na opakovatelnost – každý následující cyklus má mít identický průběh jako cyklus předchozí. [22,24,26]

V České republice na Moravě, v obci Slavkov má svůj provoz společnost KASKO, tato dynamická společnost vznikla roku 1992 - krátce po revoluci. Celé zázemí, včetně výrobních hal a skladů této firmy se nachází v původně zemědělském areálu, který byl kompletně přebudován na moderní výrobní středisko. Na počátku, když společnost KASKO začínala, najímala pouze 6 zaměstnanců, v současné době zaměstnává 350 zaměstnanců, což činí z této firmy velkého tuzemského výrobce. Společnost se zabývá především výrobou a konstrukčním řešením dílů pro automobilový průmysl. KASKO disponuje vlastním vývojovým oddělením, kde probíhá navrhování dílů ve 2D a 3D zpracování. Zabývají se výrobou sériových a prototypních dílů, v areálu společnosti se nalézá nástrojárna pro výrobu vstřikovacích forem. Pro výrobu je využíváno moderních technologií (plně automatizované frézy, elektroerozivní obrábění, aj.). Pro samotnou výrobu výstřiků má společnost KASKO vybudovaný centrální rozvod granulátu plastu, kterým jsou zásobeny vstřikovací stroje. V nabídce možností výroby je horizontální i vertikální vstřikování. Na konci výrobního úseku je implementováno měrové kontrolní středisko. Toto středisko pravidelně kontroluje rozměrovou přesnost na setiny milimetru, tvarovou shodnost, výskyt vnitřních vad a požadovanou jakost výstřiků. Firma má certifikaci ISO 9001 (jakost), ISO 14001 (environmentální), ISO/TS 16949 (jakost – automobilový systémový standard). [23]



Obr. 33 Vstřikovací cyklus [26]

7.3. Vlastnosti a parametry

Základní předpoklady pro definovanou jakost vstříkovaných dílů

Kvalita výstřiků je stanovena jejich stavem, v němž se nachází po vyhození z formy a jejich relaxaci. Minimální doba relaxace je 16 hodin a maximálně 48 hodin, v normálním prostředí je to 24 hodin. [22,26]

7.3.1. Stav výstřiků je charakterizován:

- **Stupeň a rozložení orientace makromolekul** – Dochází u vyztužených materiálů i orientací výstužných plniv (vláknitá plniva). Na orientaci makromolekul má z technologického pohledu největší vliv teplota taveniny a vstřikovací rychlost. Vliv má současně také tlaková a dotlaková fáze procesu.
- **Velikost a rozložení vnitřního pnutí** – Vůbec nejvýznamnější složkou je tepelné pnutí, to je nevíce ovlivněno teplotou formy a taveniny. Dále to mohou způsobovat ostatní složky jako nerovnoměrná krystalizace, nevhodně zvolené parametry tlakové a dotlakové fáze.
- **Obsah krystalické fáze** (jen u částečně krystalických termoplastů) – Obsah krystalické fáze závisí na teplotě formy, době - rychlosti ochlazování, dále na velikosti a rozložení sférolitů (nukleační aditiva a gradient ochlazování), skin-core efektu (povrch a jádro výstřiku) to je vyjádřeno rozdílným obsahem krystalického podílu, po provedení průřezu stěnou výstřiku. [22,26]

7.3.2. Faktory ovlivňující jakost výstřiku (stav):

veškeré faktory vstupující do procesu vstřikování

- Vstřikovaný materiál – Typ vstřikovaného materiálu, aditivace, reologické vlastnosti.
- Vstřikovací stroj
- Použitá periferní zařízení – Spadají sem přípravky na sušení, dopravu a dávkování materiálu. Dále doprava a manipulace s výstřikem, aditivace materiálu a jeho barvení, temperace formy, či ohřev horkých rozvodů, aj.
- Tvar výstřiku a způsob jeho zaformování
- Konstrukce a výroba formy
- Technologické parametry vstřikování

Na kvalitě výstřiku se podílejí také následující úkony:

- Začišťování výstřiků
- Obrábění výstřiků
- Svařování
- Potiskování
- Montáž

Při hodnocení vlivů ovlivňujících jakost výstřiků z termoplastů je vždy nutné uvažovat:

- **Výstřik** (tvar, složitost tvaru, tloušťky stěn a jejich rovnoměrnost, zaoblení hran, úkosy, způsob plnění, poměr délky toku ku tloušťce tokové dráhy, atd.)
- **Konstrukce formy** (spadá sem veškeré konstrukční řešení až po samotné nastavení v procesu vstřikování. Například: teplota formy, vyhazovací systém výstřiku, teplý rozvod taveniny, studený rozvod taveniny, přesnost provedení formy, provedení a umístění vtokového ústrojí, povrch a tvary dílů formy, temperanční systém, tlaková těsnost, odvodušnění formy, aj.)
- **Technologické parametry vstřikování** (Jsou ovlivňovány: ty jsou vázány na použitý vstřikovaný materiál, tvar výstřiku a konstrukci formy, způsobu plnění tvarové dutiny (reprodukovatelnosti), atd.)
- **Vstřikovaný materiál** (jedná se především o jeho tokové vlastnosti, aditiva, obsah a druh plniva, E-modul, smrštění a jeho anizotropie, tvrdost a houževnatost, atd.) [22,26]

Stálá kontrola

Zde se nabízí z praktického stránky jediný možný způsob, jak zjistit kvalitu výstřiku bezprostředně po vyhození z formy a tím je zjištění hmotnosti. Průběžné zaznamenávání a stále porovnávání cyklu naměřených hodnot je do jisté míry ukazatelem stability procesu. To nám ovšem nic neprozradí o jakosti výrobků (například smrštění).

7.3.3. Rozdělení vstřikování na fáze, které ovlivňují stav a kvalitu výstřiku

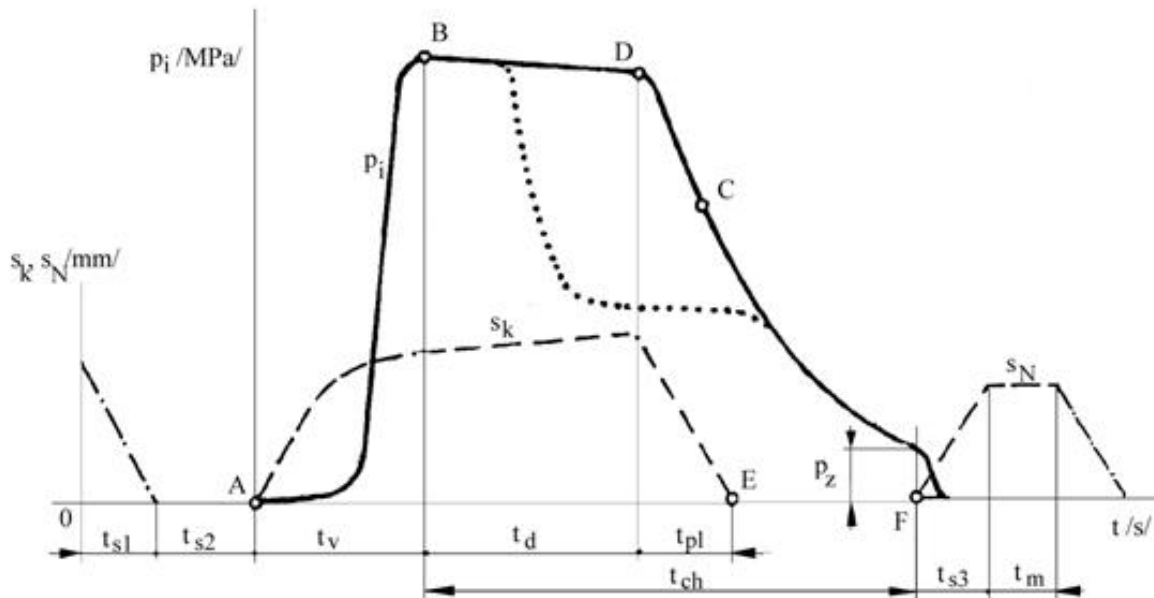
- **Plastifikační fáze** – Základním předpokladem pro kvalitní výstřik je správná viskozitní a teplotní homogenita taveniny. Špatná homogenita taveniny má pak za následek vznik tokových čar, lesk, studené spoje, rozložení orientace, vnitřní pnutí, u částečně krystalických materiálů je následkem nerovnoměrná tvorba makromolekulární struktury.

Tyto vady mají příčiny často ve špatném nastavení teplot na jednotlivých topných pásmech plastifikačního válce, zpětný odpor na šneku a otáčky šneku.

- **Vstříkovací fáze** – Je to po technologické stránce velmi náročný proces, s ohledem na dodržení všech podmínek pro vznik dobrého výstříku. Hlavní podmínkou je, aby při plnění dutiny formy termicky homogenní taveninou byla rychlost čela proudu taveniny v každém místě průřezu dutiny formy (tokové dráhy) konstantní. Jedná-li se o tvarově jednoduché výstříky s konstantní tloušťkou stěny, je poměrně jednoduché tento předpoklad dodržet. Ovšem při složitých, členitých výstřících s proměnlivou tloušťkou stěn, je velmi těžké tento předpoklad dodržet i s pomocí počítačové simulace.
 - **Rychlost vstříkování** – je to doba naplnění tvarové dutiny taveninou, rychlost vstříkování má přímý vliv na povrchové defekty výstříku (tokové čáry, povrch pomerančové kůry, vrásnění, lesk, stopy studených spojů, aj.). Z tohoto důvodu se provádí nutná optimalizace teploty taveniny a rychlosti vstříkování taveniny do tvarové dutiny, jestliže by tato optimalizace nebyla – hrozil by vznik příliš vysokého smykového napětí. Každá vstříkovací tavenina má rozdílné parametry vstříkování (například vyšší rychlost, nižší teplota).
 - **Přepnutí** – je to přepnutí ze vstříkovacího tlaku na dotlak, při tomto úkonu je velmi důležité, aby to bylo provedeno plynule – bez větší prodlevy v čase. To znamená, že během přepnutí nesmí být na tlakové křivce ani pokles, ani jeho výrazné zvýšení (tlaková špička = peak). Tento požadavek je velmi důležitý z hlediska co nejvyšší izotropie vlastností a minimalizací vnitřního pnutí výstříku. Předčasné přepnutí = plnění formy dotlakem – jiná než požadovaná rychlost plnění formy. Pozdní přepnutí = zvýšení anizotropie vlastností, zvýšené vnitřní pnutí.
 - **Předčasné přepnutí** v některých případech je žádané, tehdy kdy je zapotřebí plnit formu velmi pomalu – klasický vstříkovací tlak je příliš rychlý. Někdy může předčasný dotlak paradoxně působit pozitivně na povrch výstříku a připravit tak lepší povrch.
- **Dotlaková fáze** – průběh dotlaku je charakterizovaný hodnotou odezvy v dutině formy, tento průběh se musí volit tak, aby bylo dosaženo požadovaných tvarů, rozměrů a hmotnosti výstříku. Dodržení parametrů (optimum) průběhu dotlaku má vliv i na vyrýsování dezénů a vnitřních tvarů. Dotlaková fáze se používá ke korekci smrštění, rozměrů, případně deformací, k odstranění propadlin, lunkrů, a trhlin. U dotlakové fáze je možná kontrola prostřednictvím tzv. polštáře, polštář je množství taveniny, které zůstane před šnekem po skončení dotlakové fáze. Jestliže je

hodnota polštáře cyklus od cyklu stejná v daných tolerančních mezích, je naše výroba v pořádku a můžeme považovat náš proces za plně reprodukovatelný.

- **Ochlazovací fáze** – ochlazení výstřiku probíhá již ve fázi vstřikování taveniny do tvarové dutiny formy. Dále plynule pokračuje až do úplného dochlazení (zamrznutí vtokové soustavy) a vyhození výstřiku z formy. Parametry ochlazovací fáze jsou: teplota formy a doba ochlazování. Minimální doba ochlazování musí zaručit takovou tuhost výstřiku, aby byl vyhozen z formy bez deformací nebo vad způsobených vyhazovačem (vyhazovacím systémem). Z hlediska jakosti výstřiku by bylo vhodné zajistit co nejdelší dobu ochlazování, to by bylo z hlediska výroby a náklady spojenými s ní nemožné, proto se hledá kompromis mezi minimální a maximální dobou chladnutí. Tento kompromis přednostně vychází z požadavků odběratele výstřiku. [22,26]



Obr. 34 Průběh vnitřního tlaku p_i v dutině formy [26]

Popis: p_z = hodnota zbytkového tlaku; s_k = pohyb šneku; s_N = pohyb nástroje; p_i = vnitřní tlak v dutině; t_v = doba plnění dutiny formy; t_d = doba dotlaku; t_{pl} = doba plastikace; t_{ch} = doba chlazení; t_1 = zavírání formy; t_2 = krátký strojní mezičas mezi zavíráním a vstřikováním; t_3 = otevírání formy

7.3.4. Vady výstřiku a jejich odstranění

V procesu vstřikování se často setkáváme s problémy různého druhu. Nejčastěji jsou to vady výstřiků, respektive výsledek se neshoduje s požadavky zákazníka. Definujeme je jako defekt, kterým se daný výstřik odlišuje od dohodnutého normálu. Neshoda může být v rozměrech, vzhledu **s** povrchu, tvaru, fyzikálně chemických vlastnostech výstřiku. Každá vada má jistou příčinu, kterou je ne vždy lehké analyzovat. Zabránění opětovnému problému

Lze jen identifikováním s odstraněním příčin. Při zavádění nových forem do procesu nese často celou řadu potíží. Obvykle jsou to konstrukční chyby výstřiků (nedodržení požadavků technologičnosti konstrukce výstřiku), konstrukční výrobní vady forem. Z tohoto důvodu je zapotřebí, aby seřizovač forem znal minimálně základní popis hlavních konstrukčních chyb. Jestliže je seřizovač chyb znalý, může kvalifikovaně chybu definovat a rozhodnout jakým způsobem se problém bude řešit dále (cestou změn variací výrobních parametrů, či opravy a korekce formy. Nesprávná konstrukce výstřiků a formy má zpravidla příčinu až v 80% kvalitativních problémů.

7.3.5. Základní rozdělení vad

Vzniklé vady výstřiků lze rozdělit na skryté a zjevné vady. Zjevné vady lze obvykle identifikovat vizuální prohlídkou výstřiku a porovnáním se vzorovým výstřikem. Skryté vady jsou takové, které obvykle vizuální kontrolou nezjistíme, tyto chyby mají však vliv na vlastnosti výstřiků.

Dělení zjevných chyb:

- Vady tvaru (rozměrové vady, deformace, přetoky – v dělicí rovině formy, vrásnění, zvlnění, propadliny, nedoplněné díly, aj.)
- Vady povrchu (matná místa, nedostatečný lesk, obtisk vtokových čar, vrstvení, delaminace, povrch pomerančové kůry – gramofonové desky, stopy po vlhkosti, nevykopírovaný dezén, změna barvy u barevných výstřiků, černé tečky, spálená místa)

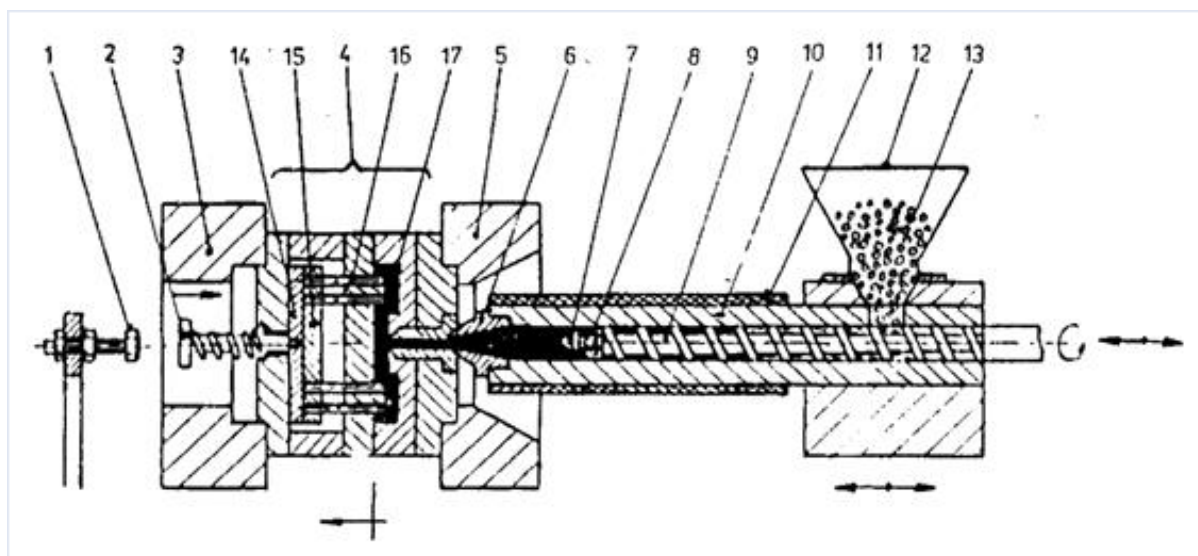
Dělení skrytých vad:

- Vnitřní pnutí (příčiny: tepelné, nerovnoměrná orientace, nerovnoměrná krystalizace, přeplnění formy)
- Studené spoje
- Vakuové bubliny a lunkry v průřezu výstřiku (lunkr = vzniklá dutina v horní části formy vlivem smrštění)
- Vzduchové nebo plynové bubliny vně výstřiku (při průřezu výstřiku)
- Anizotropie fyzikálně-mechanických vlastností

[22,25,26]

7.3.6. Vstřikovací stroj

Vstřikovací stroje jsou prostorově velmi velká moderní zařízení, nevýhodou je vysoká pořizovací cena, proto je tato technologie vhodná jen jako sériová výroba nebo hromadná výroba. Viz. Obr.35 je schéma vstřikovacího stroje, každý výrobce dovede takový vstřikovací stroj vybavit vhodným periferním zařízením a vytvořit tak částečně nebo plně automatizované pracoviště, tj. dovybavit stroj manipulátory, roboty, temperačním zařízením, dávkovacím a mísicím zařízením, sušárnami, dopravníky pro výrobky a vtoky, mlýny, atd. [26]



Obr. 35 Schéma vstřikovacího stroje se šnekovou plastifikací [26]

Popis: 1 – doraz; 3,5 – upínací desky; 4 – forma, 6 – vstřikovací tryska, 7 – špička šneku, 8 – zpětný uzávěr; 9 – šnek; 10 – tavící komora; 11 – topná tělesa; 12 – násypka, 13 – granule plastu; 14 – deska vyhazovačů; kotevní deska; 16 – vyhazovače; 17 – výstřik

7.4. Perspektiva

Vstřikování plastů je stále velmi perspektivní technologií, největší podíl na tomto odvětví má automobilový průmysl, dále pak ostatní průmysl (elektrotechnika, letecký průmysl, aj.). Hospodářský vývoj vstřikování plastů je přímo závislý na odbytu v automobilovém průmyslu. V minulosti se ověřil fakt, jestliže v některé zemi došlo k obměně vozového parku, výrazně se to promítlo v meziročních statistikách průmyslu vstřikování plastů. Z toho vychází fakt, že žijeme v konzumní společnosti, kde lidé touží

kupovat stále nové věci (mobilní telefony, automobily, bílou elektroniku, televize, aj.). Tato skutečnost otevřela dveře mnoha směrům –plasty jsou progresivním materiálem, který se stal neodmyslitelným. Z tohoto důvodu je a nadále bude technologie vstřikování plastů velmi perspektivní technologií.

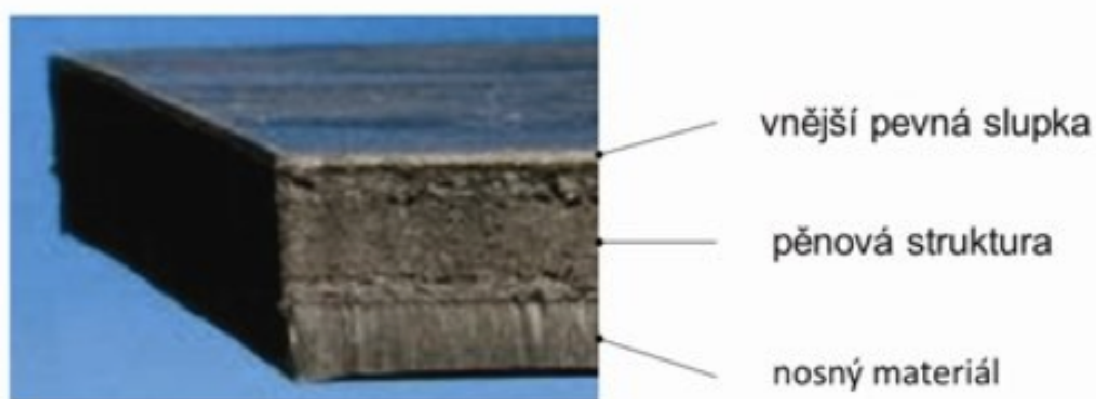
7.4.1. Simulace vstřikování plastů ve 3D

Potřeba vývoje programových simulací, udává problematika tečení taveniny v dutině formy. Je to komplikovaný proces, zvláště při výrobě konstrukčně náročných výstřiků s proměnlivou tloušťkou stěn a vysokou tvarovou složitostí. U takových výstřiků je prakticky nemožné odhadnout možnost výskytu vad a určení jejich polohy. Designéři obvykle neřeší problematiku náročnosti výroby daného prvku (nemají potřebné znalosti), tento problém pak řeší až technologické oddělení společně s výrobnou forem. V ideálním případě by měl jít design ruku v ruce s technologickou proveditelností. Pro předcházení potíží a snížení nákladů vývoje a výroby se využívají počítačové 3D simulace. Simulace se provádějí v průběhu návrhu dílu, nebo po jeho navržení ještě před výrobou formy. Komplexní geometrie dílu může být úspěšně simulována ve 2,5D (někdy též nazývána 3D-F) technologii, ovšem na složité díly s proměnlivou tloušťkou stěn tato zastaralá technologie nestačí. Tato technologie používá značně zjednodušené výpočty a tak zanášá do výsledků značné chyby a nepřesnosti, což je pro kvalitní vývoj a snahu snížit náklady s ním spojený nepřipustitelné. Z tohoto důvodu je nutné využít pokrokové plnohodnotné 3D simulace. V současnosti je 3D simulace pro firmy jedním ze základních ukazatelů konkurenceschopnosti na trhu.

CAD nadstavba Moldex3D/eXplorer – jedná se o 3D simulační nástroj od firmy CoreTech zabývající se CAE software (Computer-Aided-Engineering) – počítačově cílené inženýrství. Tento program je cenově dostupným řešením pro malé firmy či živnostníky. Tato programová nadstavba umožňuje detailní analýzu fáze plnění dutiny formy. Výsledky výpočtu plnění jsou zachyceny animací do videa plnění. To zachycuje postup taveniny do dutiny formy a řeší tak predikci budoucího vstřikovacího procesu. Dále program generuje výsledky o spotřebě tlaku při plnění různých oblastí dílu – například formování tenkých stěn. Program odhalí problematická místa, ve kterých hrozí riziko vzniku vad, ať už zjevných nebo skrytých – viz. 7.3.5. Základní rozdělení vad. Tyto problematické místa způsobují zpravidla vyšší deformace dílu. V reportu diagnostiky je spočítáno o jak dlouho se prodlouží doba chlazení a tím i prodraží výrobní cyklus. [27]

7.4.2. Technologie Dolphin

Je to proces spojující více procesů (vícestupňový proces) do jednostupňového procesu. Dříve se vstříkl plast poté nanasl primer, závěrem bylo vstříknutí napěněné hmoty, tyto neekonomické a zdlouhavé technologické pochody jsou nahrazeny technologií Dolphin. Tato technologie se využívá pro výrobu autodílů, které jsou tvořeny tvrdým plastovým jádrem s měkkým povrchem na omak – vrstva soft-touch. Při využití Dolphin je celý proces proveden na jednom stroji, v jedné formě, podobně jako u dvoukomponentního vstříkávání. V prvním kroku vzniká standardním vstříkáváním nosný výlisek z plastu. Nejvíce používaným materiálem je Ultradur (PBT/ASA). V dalším kroku se pak nosná část opět vstříkáváním opatří speciálně napěněnou polyesterovou hmotou. Na druhý krok v procesu Dolphin je využívána technologie MuCell – injekce dusíku do zplastifikovaného materiálu ještě před vstříkem do formy. Materiál připravený tímto způsobem se vstříkuje do pootevřené formy přesně řízeným procesem vstříkávání a paralelním uzavíráním nástroje – jedná se o technologie Coin Melt firmy Engel. Technologický proces Dolphin má řadu výhod: je rychlejší, ekonomičtější, díky menším rozměrům přináší úsporu výrobní plochy a snížené nároky na logistiku, výlisky jsou recyklovatelné. Tím že se celý výrobek vyrábí na jednom stroji, klesá procento zmetků. Adheze obou vrstev a tepelná odolnost výlisků jsou vynikající. Celkové časy výrobního cyklu pro výrobu jednoho kompletního výlisku se pohybují v rozmezí 80 až 120 s. Čas cyklu je závislý na velikosti výlisku a jeho složitosti. [28,29]



Obr. 36 Řez materiálem vyrobeným metodou Dolphin[29]



Obr. 37 Produkt metody Dolphin[28]

8. Závěr

Práce se věnuje tématu důležité technologie 21. století. Vzhledem k rozsahu tohoto tématu zde nejsou vyjmenované veškeré technologie. Ze seznamu vyjmenovaných technologií bylo následně vybráno pět technologií, ty jsou pak blíže popsány v jednotlivých kapitolách. Schéma popisu každé z pěti vybraných technologií je popis, vlastnosti a parametry, zhodnocení a perspektiva. Cílem práce bylo především provedení rozboru problematiky technologií pro 21. století formou rešerše. Tohoto cíle bylo v bakalářské práci úspěšně dosaženo. Postup spočíval v analýze současných poznatků, zdroje jsou popsány v seznamu literatury, který je uveden na konci bakalářské práce. Následnou syntézou byly poznatky z analýzy po úpravě převedeny do uceleného textu.

Bakalářská práce vyjmenovává technologie, které jsou hodnoceny jako důležité technologie 21. století, seznam technologií byl rozdělen na technologie elektrotechnického charakteru a strojírenských technologií.

Fotovoltaika jako jedna z možných technologií výroby elektrické energie přírodním obnovitelným zdrojem energie, je hodnocena jako výhodná při použití FV systémů na střechách domů, kde jsou prakticky spojeny s designem střechy domu, a tak nehyzdí naši krajinu. Výrazný problém byl zaznamenán při instalaci FV systémů v ČR, kde nastaly změny v podmínkách pro dotace FV systémů - zákonu o fotovoltaike 185/2005 Sb.

Nanotechnologiemi se tato práce nezabývala do hloubky z důvodu veliké náročnosti tohoto tématu, kde je pro pochopení principů nanotechnologie nutná dlouholetá oborová vytříbenost. Práce se zaměřila na jednotlivé nanoprodukty, mnoho jich využíváme již dnes a nedokážeme si bez nich výrobu v jiných oborech představit.

Optická vlákna v provedení podmořských kabelů (informační dálnice) jsou hodnocena jako nutné pro celosvětovou komunikaci. Další velmi zajímavé jsou a budou vláknově optické senzory VOS, jejichž uplatnění je v jistých aplikacích nenahraditelné.

Mnoho výrobků je tak složité na výrobu, kde je jediným doposud možným způsobem obrábění třískové. V tomto směru jsou řezné nástroje a jejich materiály téměř na vrcholu vývoje a nepředpokládá se výrazné zlepšení. Rozvoj probíhá v různých aplikacích ochranných povrchových vrstev, které zlepšují odolnost nástrojů.

Perspektiva vstřikování je spatřena v simulacích vstřikování plastů ve 3D a kompletní analýzu procesu, na trhu se objevuje čím dál tím více technologií, které vytvářejí výstřiky

s lepšími vlastnostmi a zároveň zkracují strojní časy. Největší úsporou času a výrobní plochy je spojením více výrobních strojů do jednoho, typickým případem je technologie Dolphin, které se toto podařilo.

Použitá literatura

[1] BENDA V., STANĚK K., WOLF P., Fotovoltaické systémy. [online]. 2011 [cit. 6. února 2013] Dostupné z: http://www.crr.vutbr.cz/system/files/brozura_04_1104.pdf

[2] LIBRA M., POULEK V. *Solární energie: fotovoltaika - perspektivní trend současnosti i blízké budoucnosti*. 2. dopl. vyd. v Praze: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2006, 149 s. ISBN 80-213-1488-5

[3] MURTINGER K., TRUXA J. *Solární energie pro váš dům*. 1. vyd. Brno: ERA, 2005, vi, 91 s. ISBN 80-736-6029-6

[4] Řehák J., Bártek J., Bařinka R., Fotovoltaika a fotovoltaické systémy v podmínkách ČR a jejich navrhování. [online]. [cit. 7. února 2012]. Dostupné z: http://www.mpo-efekt.cz/dokument/98_8050.pdf

[5] Staněk K., DÍLČÍ VÝZKUMNÁ ZPRÁVA VZ04 Č. 1 / 2007. [online]. [cit. 12. Února 2013] dostupné z: http://fotovoltaika.fsv.cvut.cz/download/Zpravy/FSvFVstudie_ekon_energ.pdf

[6] Vesmírná stanice. Wikipedia [online]. 28. 12. 2012 v 01:45 [cit. 2013-02-14]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Vesmírná_stanice

[7] Hošek Jan, *Úvod do nanotechnologie*. Vyd. 1. V Praze: České vysoké učení technické, 2011, 170 s. ISBN 978-80-01-04555-8.

[8] NANOTRADE S.R.O. NanoTrade [online]. 2004 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.nanotrade.cz/>

[9] Nanotechnology. GÜNTER SCHMID. [online]. [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: http://www.mednet.sk/download/nano_pdf.pdf

- [10] Nanotechnologie. MARTIN SLAVÍK. Nano.tu.cz [online]. 2011 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://nano.tul.cz/nanotechnologie>
- [11] VARIANT plus, spol. s.r.o. Strukturovaný kabelážní systém – Optická kabeláž – příručka. [online]. [cit. 15. března 2012]. Dostupné z: http://http://www.variant.cz/soubory-ve-skladu/Karty/Spol_Zarazene/01-MANUÁLY CS/SKS prirucka optika - man-a4.pdf
- [12] OPTOELEKTRONIKA. Dostupné z: http://www.outech-havirov.cz/skola/files/knihovna_eltech/ea/optoelektronika.pdf
- [13] Fast Ethernet: Fiber. In: Wikipedia: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-03-17]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Fast_Ethernet?oldid=426862739
- [14] 10-gigabit Ethernet: 10GBASE-SR. In: Wikipedie: the free encyclopedia [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001-, 17.3.2013 [cit. 2013-03-18]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/10-gigabit_Ethernet
- [15] Bauman, Milan. Podmořské kabely mají stále budoucnost [online]. 2008, 14. 1. 2008 [cit. 2013-03-19]. ISSN 1213 - 7693. Dostupné z: <http://tech.ihned.cz/c1-22756690-podmorske-kabely-maji-stale-budoucnost>
- [16] Jak vybrat nejvhodnější optický kabel. DELNET S.R.O. Inteligentní elektroinstalace, slaboproudé systémy a optické kabeláže [online]. [cit. 2013-03-28]. Dostupné z: <http://www.delnet.cz/informacni-technologie/opticke-site/jak-vybrat-kabel.html>
- [17] Vláknově optické senzory – hudba budoucnosti. Coptel Internetový portál [online]. [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: coptel.coptkm.cz/reposit.php?action=0&id=5274
- [18] Kocman Karel., Technologické procesy obrábění. Vyd. 1. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2011, 330 s. ISBN 978-80-7204-722-2.
- [19] Základy teorie třískového obrábění [online]. [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://mail.sstzr.cz/web/download/cat1/technologie-strojního-obrabení.pdf>

- [20] Frézování - 5 os polohování. Frézování - 5 os polohování [online]. 2010 [cit. 2013-03-31]. Dostupné z: <http://www.frezovani-5os.cz/metody-frezovani/5-os-polohovani/>
- [21] BOUKAL. Boukal obchodní firma [online]. [cit. 31.3.2013]. Dostupný na WWW: <http://shop.boukal.cz/obrazky/18767/revolverova-hlava-bernardo-mk-3-6-poloh-original.jpg>
- [22] ZEMAN, Lubomír. Vstřikování plastů: úvod do vstřikování termoplastů. 1. vyd. Praha: BEN - technická literatura, 2009, 246 s. ISBN 978-80-7300-250-3.
- [23] KASKO 2012 CZ. na: *Youtube* [online]. 04.11.2012 [cit. 2013-19-03]. Dostupné z: <http://www.youtube.com/watch?v=OGVmLDuih5o>
- [24] Princip vstřikování plastů. SOTALLIA A.S. Sotallia a.s. [online]. 2005 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.sotallia.com/princip-vstrikovani-plastu.html>
- [25] Vady výstřiků. EMIL NEUHÄUSL. MMM průmyslové spektrum [online]. 2010 [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/vady-vystriku-1-dil-priciny-vzniku-vad-a-studene-spoje.htm>
- [26] PETR LENFELD. Technologie II: Část II - Zpracování plastů [online]. Technická universita Liberec - Fakulta strojní [cit. 2013-03-23]. Dostupné z: http://www.ksp.tul.cz/cz/kpt/obsah/vyuka/skripta_tkp/sekce_plasty/obsah_plasty.htm
- [27] Brána do světa 3D simulací vstřikování plastů. ZDEŇKA RŮŽIČKOVÁ. MMM průmyslové spektrum [online]. 2010 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/brana-do-sveta-3d-simulaci-vstrikovani-plastu.html>
- [28] Novinky ve vstřikování plastů: Technologie Dolphin. JAN KOHOUTEK. MMM Průmyslové Spektrum [online]. 2008 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/novinky-ve-vstrikovani-plastu.html>
- [29] Nové stroje a technologie pro zpracování plastů: Technologie Dolphin. MMM Průmyslové Spektrum [online]. 2008 [cit. 2013-03-25]. Dostupné z: <http://www.mmspektrum.com/clanek/nove-stroje-a-technologie-pro-zpracovani-plastu.html>

Seznam obrázků

Obr. 1 Struktura FV modulu s články z krystalického křemíku [1].....	4
Obr. 2 Průměrná měsíční výroba fotovoltaického systému 1 kWp v podmínkách ČR [1]	4
. 3 Fixní držák FV ((Technická fakulta ČZU)	6
Obr. 4 Rotační držáky FV, a) axiální ;b) tangenciální [2]	7
Obr. 5 Ukázka: vlevo a pravo dole - rotační držák FV - vpravo nahoře statické uchycení FV (Technická fakulta ČZU)	7
Obr. 6 Otáčivý (axiálně) stojan, vybavený hřebenovým koncentrátorem slunečního záření (Technická fakulta ČZU)	8
Obr. 7 Schéma připojení přímého výkupu energie [1].....	10
Obr. 8 Schéma připojení formou „Zeleného bonusu“ [1].....	11
Obr. 9 Grafické znázornění přístupů k vytváření nano-produktů [7]	15
Obr. 10 Vývojový trend průmyslu napříč časem[7]	16
Obr. 11 Příklady modelů možných nanostrojů[7].....	16
Obr. 12 Podíl nanoproduktů na prodeji v různých oblastech.....	17
Obr. 13 příklad struktury elektrovlákněných mikro a nanovláken biodegradabilního materiálu [7].....	18
Obr. 14 Rozložení vývoje a vydání publikací ve světovém měřítku[7]	19
Obr. 15 Vývoj využívaných rozměrů[7].....	20
Obr. 16 Obory zabývající se nanotechnologiemi[7]	21
Obr. 17 Schéma zapojení optické cesty[9]	23
Obr. 18 Vícevidové vlákno se skokovou změnou indexu lomu[9].....	24
Obr. 19 Vícevidové vlákno s plynulou změnou indexu lomu[9].....	24
Obr. 20 Jednovidové vlákno[9].....	25
Obr. 21 Vrstvy optického vlákna[9]	25
Obr. 22 Breakout kabely[9]	27
Obr. 23 Zip-cord kabel[9].....	27
Obr. 24 Blokové schéma vláknově optického senzoru [17]	31
Obr. 25 Obráběcí osy [24]	32
Obr. 26 Revolverová hlava [21].....	33
Obr. 27 Základní plochy obrobku při podélném soustružení [18].....	34
Obr. 28 Histogram obsahu prvků stelitů	39
Obr. 29 Oblasti ekonomického použití řezných podmínek [8].....	41
Obr. 30 Oblasti ekonomického použití řezných podmínek [8].....	41
Obr. 31 Vlastnosti supertvrdých materiálu [18,19]	42
Obr. 32 . Schéma vstřikování [24]	45
Obr. 33 Vstřikovací cyklus [26].....	46
Obr. 34 Průběh vnitřního tlaku p_i v dutině formy [26].....	50
Obr. 35 Schéma vstřikovacího stroje se šnekovou plastifikací [26].....	52
Obr. 36 Řez materiálem vyrobeným metodou Dolphin[29]	54
Obr. 37 Produkt metody Dolphin[28].....	55