

**STŘEDNÍ ŠKOLA ELEKTROTECHNICKÁ, OSTRAVA,
NA JÍZDÁRNĚ 30, p. o.**

ZÁKLADY TECHNIKY

OBSAH:

1. PŘEDMLUVA.....	4
2. ZÁKLADNÍ POJMY	5
2.1. Výroba - výrobní technika – technologie	5
2.1.1. Výroba.....	5
2.1.2. Výrobní technika.....	5
2.1.3. Technologie.....	6
2.2. Výrobní proces a jeho členění	7
2.2.1. Operace a jednotkový proces	7
2.2.2. Fáze a stupně výrobních procesů	8
2.2.3. Výrobní procesy přetržité, nepřetržité a cyklické	8
2.3. Vědeckotechnický rozvoj	9
3. VSTUPY VÝROBNÍHO PROCESU.....	13
3.1. Suroviny a materiály.....	13
3.1.1. Suroviny a materiály jako formy pracovního předmětu.....	13
3.1.2. Rozdělení surovin.....	15
3.1.3. Přehled nejdůležitějších.....	19
3.1.4. Surovinová základna ČR.....	30
3.1.5. Úprava surovin	32
3.1.6. Hospodárnost využívání surovin.....	35
4. MATERIÁLY	37
4.1. Druhy materiálů a jejich volba	37
4.1.1. Rozdělení materiálů podle podílu na tvorbě výrobku	37
4.1.2. Volba materiálu	37
4.2. Přehled nejdůležitějších konstrukčních materiálů, jejich vlastností a zkoušení.....	38
4.2.1. Ocel	38
4.2.2. Litina	41
4.2.3. Hliník a jeho slitiny	42
4.2.4. Měď a její slitiny	43

4.2.5.	Hořčík.....	44
4.2.6.	Titan	45
4.2.7.	Nikl.....	46
4.2.8.	Olovo.....	47
4.2.9.	Zinek.....	49
4.2.10.	Cín	50
4.2.11.	Kompozice	51
4.2.12.	Pájky.....	51
4.2.13.	Ostatní důležité technické kovy	51
4.2.14.	Nekovové technické materiály	58
5.	VÝROBNÍ TECHNIKA	80
5.1.	Soustava pracovních prostředků a její význam	80
5.2.	Přehled a rozdělení výrobní techniky	80
5.2.1.	Dopravní technika	81
5.2.2.	Druhy spojovacích Šroubu, matic a podložek.....	84
5.3.	Klíny, pera a jejich spoje	85
6.	SOUČÁSTI K PŘENOSU OTÁČIVÉHO POHYBU	90
6.1.	Čepy.....	90
6.1.1.	Spojovací čepy	90
6.1.2.	Hřídelové čepy	91
6.2.	Hřídele	92
6.3.	Ložiska.....	93
6.4.	Hřídelové spojky.....	93
6.5.	Mechanicky ovládané spojky	95
6.6.	Hydraulické spojky	101
7.	PŘEVODY A JEJICH SOUČÁSTI	102
7.1.	Řemenové převody.....	102
7.1.1.	Převod plochými řemeny a pásy	102
7.1.2.	Převody klínovými řemeny	105

7.1.3.	Převody třecí a s plynulou regulací otáček.....	106
7.2.	Řetězové převody	107
7.2.1.	Převody ozubenými koly	109
7.2.2.	Kuželová soukolí.....	111
7.2.3.	Šroubová a šneková soukolí.....	112

1. PŘEDMLUVA

Rozvoj našeho hospodářství klade vysoké požadavky na růst objemu výroby všech průmyslových odvětví. Ten lze však v současné době zajistit pouze intenzivními faktory růstu, především výsledky vědeckotechnického rozvoje. Výrobní technika a technologie jsou jedním z rozhodujících činitelů hospodářského života společnosti. Bez znalosti možností a potřeb výrobní techniky a technologie nelze nejen organizovat, ale ani dobře plánovat nebo finančně kontrolovat výrobu, není možné stanovit její reálný průběh, nelze řešit otázky práce a mezd. Se současnou průmyslovou výrobní technikou a technologií i směry jejich rozvoje musí být ekonomové seznámeni také proto, aby mohli podporovat zavádění progresivních metod do výroby.

Z výše uvedených důvodů bylo pro posluchače denního i dálkového studia studijního oboru "Podnikání v technických povoláních" na SEŠ zavedeno studium této problematiky, a to v 1., 2. a 3. ročníku studia. Celý kurs technologie tvoří uzavřený systém, v němž jednotlivé části na sebe navazují. První část je obecným systémovým výkladem přírodovědných a technickoekonomických základů, druhá nás seznamuje s materiály, jejich vlastnostmi a zkoušením a třetí část je věnována základním technologiím a principům výroby.

Učební text skript je rozčleněn do osmi základních tematických okruhů:

- I. Základní pojmy
- II. Vstupy výrobního procesu
- III. Materiály
- IV. Výrobní technika

Zpracovat skripta přijatelného stránkového rozsahu s takto rozsáhlou tematikou vyžadovalo ze široké palety faktů vybrat jen ty nejzávažnější, vypustit teoretické výklady a vytvořit poměrně stručný, ale ucelený přehled celé problematiky.

2. ZÁKLADNÍ POJMY

2.1. Výroba - výrobní technika – technologie

2.1.1. Výroba

Nejdůležitější a nejobsáhlejší částí společenské činnosti je výroba. Uskutečňuje se proto, aby si společnost zajistila materiální podmínky své existence. Úroveň, objem i struktura výroby závisejí bezprostředně na rozvoji společenských výrobních sil, tj. pracovních předmětů, pracovních prostředků a pracovních sil. **Souhrn pracovních předmětů a pracovních prostředků nazýváme výrobní prostředky.**

Výroba je velmi široký pojem, kterého se většinou používá jako politickoeconomické kategorie. Hovoříme-li se o zcela konkrétní výrobě určité látky nebo předmětu, užívá se dnes stále častěji označení výrobní proces, takže můžeme říci, že výroba je realizována souhrnem všech ve společnosti probíhajících výrobních procesů.

Výrobní proces je definován jako soubor činnosti v jejichž průběhu se zpracovávaná látka přeměňuje na výrobek. Podle povahy se výrobní procesy dělí na průmyslové, zemědělské, stavební a dopravní. Nejpočetnější a nejrozmanitější skupinu tvoří průmyslové výrobní procesy. Uskutečňují se v průmyslových podnicích, závodech, dílnách a na pracovištích. Podobně jako ostatní výrobní procesy obsahují i průmyslové výrobní procesy vždy tři elementární činitele - pracovní předměty, pracovní prostředky a pracovní síly.

Pracovní předmět je zpracovávaná látka, jež prochází celým výrobním procesem, doznává určitých změn a mění se jimi ve výrobek. Pracovními předměty v průmyslových výrobních procesech mohou být přírodní látky, suroviny, materiály, polotovary nebo i výrobky z jiného výrobního procesu.

Pracovní prostředky zahrnují všechny nástroje, stroje, aparatury a jiná zařízení, jež v daném výrobním procesu umožňují provedení všech žádaných změn vlastností pracovního předmětu.

Pracovní síla vyjadřuje duševní a fyzické schopnosti člověka, bez kterých by výrobní proces nemohl být realizován.

2.1.2. Výrobní technika

K pochopení výše uvedeného pojmu je nutné nejdříve definovat pojem technika. **Technika** označuje oduševňování hmotné práce zkušenostmi/ přemýšlením a použitím všech vědeckých poznatků s konečným cílem využít co nejlépe a nejehospodárněji hmotu a zároveň ovládnout a

využít 1 přírodní síly a zákony. Vývoj techniky vychází od zákona nejmenší námahy/ vede k zákonu o maximu užitečnosti nabytému minimem námahy a dospívá k dnešnímu smyslu technické práce/ tj. k hospodárnosti.

Výrobní technika pak označuje nejen souhrn používaných materiálních prostředků /např. výrobních zařízení// ale i způsob jejich použití v procesu společenské výroby. Velmi stručně můžeme říci/ že výrobní technika je materializací výrobních zkušeností. Pojem výrobní technika nelze zaměňovat s pojmem technologie.

2.1.3. Technologie

Technologie je vědní obor, zabývající se způsobem přeměny pracovních předmětů v konečné výrobky. Pro daný výrobní proces určuje technologie způsob využití existující výrobní techniky, tzn., že udává nejen souhrn používaných strojů, nástrojů, aparátů a zařízení, včetně určení způsobu jejich práce, ale stanovuje i sled jejich použití/ čili tzv. technologický postup.

Technologický postup je pro daný výrobní proces závazný a je určen příslušnou technologickou normou. Správný technologický postup na zaručovat hospodárnost výrobního procesu, tj. nejmenší spotřebu surovin/ materiálů/ energie a času.

Podle povahy změn, ke kterým dochází ve zpracovávaném pracovním předmětu, můžeme technologii rozdělit na technologii mechanickou a technologii chemickou.

Mechanická technologie se vyznačuje tím , že u ni dochází pouze ke změně tvaru/ velikosti/ popř. polohy pracovního předmětu/ ale ne ke změně jeho chemického složení. Příkladem mechanické technologie jsou výroba přízi/ tkanin/ zpracování dřeva na nábytek apod.

Chemická technologie je charakteristická tím/ že u ni dochází především k změně chemického složení pracovního předmětu a změna tvaru nebo velikosti je jen průvodním jevem. Mezi chemické technologie patří např. výroba železa ze železné rudy/ výroba kyseliny sirové z pyritu nebo ze siry apod.

Kromě tohoto základního rozdělení technologie/ existuje členění technologie podle vědních oborů/ jimiž se zabývá - např. organická technologie/ anorganická technologie/ technologie skla apod.

2.2. Výrobní proces a jeho členění

Jak již bylo řečeno, rozumíme pod pojmem výrobní proces postupnou přeměnu výchozí suroviny/ materiálu nebo polotovaru v konečný - kvalitativně vyhovující - výrobek. Na rozdíl např. od technologického postupu, jenž se zabývá pouze technickou stránkou výrobního procesu, tvoří výrobní proces složitý celek, v němž je dialekticky spojeno a překombinováno mnoho stránek výroby, přičemž každá z nich může být předmětem samostatného zkoumání. Kromě uvedené stránky technické a technologické jde dále o stránku přírodovědnou, pracovní, řidiči, energetickou, ekologickou a právní. Vzhledem k celkovému zaměření bude v těchto skriptech přednostně sledována problematika technicko-technologická, energetická, přírodovědná a částečně i pracovní.

Cílem každého výrobního procesu je výrobek - produkt. V řadě případů jde vesměs o zcela konkrétní hmotné výrobky, např. chemikálie, potraviny, strojní součástky, ale v jiných případech mohou být výstupem, výrobního procesu i služby a práce.

2.2.1. Operace a jednotkový proces

Základní stavební jednotky výroby, z níž se každý výrobní proces skládá nazýváme **operace nebo jednotkové procesy**. Obecně je můžeme definovat jako nejmenuj děje charakterizované místní, časovou, funkční a technickou uceleností. Rozdíl mezi operací a jednotkovým procesem spočívá v povaze změny, ke které dochází v pracovním předmětu. Nemění-li se podstata pracovního předmětu, tzn., že nedochází k chemické, biologické nebo jaderné reakci, ale pouze ke změně tvaru, polohy pracovního předmětu, jde o operaci /třídění, mletí, filtraci, tavení, rozpouštění, chlazení, sušení apod./; v opačném případě, dochází-li k látkové pře-pracovního předmětu, jde buď o jednotkový chemický proces, jednotkový bio-proces anebo jednotkový jaderný proces.

V operacích se pracovní předmět chová pasivně a rozhodující úloha připadá pracovní síle a pracovnímu prostředku. V jednotkových procesech se pracovní předmět chová vždy aktivně a účast člověka i pracovních prostředků se omezuje na zajištění optimálních technicko-ekonomických podmínek nutných k jeho průběhu. Prováděnou změnu pracovního předmětu můžeme u jednotkových chemických procesů popsat chemickou rovnicí.

Výrobní procesy složené jen z operací se obecně nazývají mechanické výrobní procesy a mají rozhodující úlohu ve výroбах mechanického charakteru /strojírenství, obuvnictví, výroba nábytku apod./. Výrobky mechanických výrob jsou charakteristické tím, že lze bez

znalosti technologického postupu pouze z jejich analýzy správně stanovit původní látku, z níž byly vyrobeny.

Výrobní procesy složené z jednoho či více jednotkových chemických procesů a operací, jež tyto procesy provázejí a zajišťují, se nazývají chemické výrobní procesy. Obecně se chemické výrobní procesy mohou vyskytovat ve všech výrobních procesech, např. nitridace a galvanizace ve strojírenství, barvení a bělení v textilní výrobě, moření dřeva v nábytkářském průmyslu, ale jejich stěžejním oborem je chemická výroba, kterou lze definovat jako průmyslovou realizaci hospodářsky důležitých reakcí. Na rozdíl od výrobků mechanických výrob nelze u výrobků chemických výrob stanovit jen z jejich analýzy bez znalosti technologického postupu, původní látku, z níž vznikly. Charakteristickým rysem chemické výroby je vysoká rychlost růstu sortimentu výrobků, neustálý vývoj nových technologických postupů a široká vertikální návaznost jednotlivých oborů, kdy výrobek jednoho výrobního procesu je surovinou hned pro několik jiných výrobních procesů. Říkáme, že chemická výroba je převážně výrobou sdruženou, na rozdíl od mechanických výrob, jež jsou většinou montážního charakteru.

2.2.2. Fáze a stupně výrobních procesů

Technické rozčlenění a sestava výrobního procesu z operací a procesů tváří podklady k blokovým schémátům jednotlivých výrobních procesů. Souhrny sebe navazujících operací v dílčích výrobních procesech se nazývají fáze.

Fáze je obvykle takový úsek výrobního procesu závodu/ v němž se dílčími výrobními procesy vyrobí polotovar. Ve strojírenství je např. první fází výroba polotovaru/ druhou fází výroba součástí/ třetí fází montáž výrobku; v hutnictví je např. první fází výroba koksu/ druhou fází výroba surového železa/ třetí fází výroba oceli, čtvrtou fází válcování profilů.

V chemické výrobě se fáze, v nichž se uskuteční výroba polotovarů/ označují jako stupně. Chemický průmysl je charakteristický značnou stupňovitostí výroby - např. při výrobě dusíkatých hnojiv je prvním stupněm eliminace dusíku ze vzduchu/ druhým stupněm výroba syntetického čpavku/ třetím stupněm výroba kyseliny dusičné, čtvrtým stupněm výroba dusíkatých hnojiv.

2.2.3. Výrobní procesy přetržité, nepřetržité a cyklické

Přetržité /periodické/ diskontinuální/ výrobní procesy vyznačují jednotou místa; v jednom zařízení a na stejném místě se uskuteční všechna stadia výrobního procesu. Aparatura se naplní určitou dávkou suroviny/ ta se v průběhu procesu přemění/ produkty se v závěru

procesu z aparatury odtáhnou a celý proces se opakuje s další dávkou. Tyto procesy jsou vhodné pro menší rozsahy výrob. Při-kladem přetržitých výrob jsou výroba oceli v konvertorech, výroba piva apod.

Nepřetržité /kontinuální/ výrobní procesy jsou charakteristické plynulým přívodem surovin; vyznačují se zachováním relativně ustálených - neměnných-podmínek výroby ve všech stadiích výrobního procesu. Nepřetržité procesy jsou proto místně ustálené, lze je snáze mechanizovat a automatizovat. Mízí přestávky na plnění a vyprazdňování aparatur a proto je zařízení lépe využito. Procesy jsou ustálenější/ se stejnoměrnějším průběhem a snadněji se regulují než procesy přetržité.

Pro tyto výhody se projevují progresivní tendence nahrazovat periodické procesy procesy kontinuálními. Pouze při malém objemu výroby a u drahých výrobků/ může být přetržitý proces výjimečně efektivnější než kontinuální. Přetržitý proces je zpravidla nutno použít při zpracovávání nestejnorodých surovin a při výrazně se měnící kvalitě surovin/ kdy jsou nutné četné operativní zásahy do výrobních podmínek.

Cyklické procesy. V cyklických procesech se vracejí nezreagované látky, u kterých neproběhla chemická reakce v dostatečné hloubce/ zpět na vstup do začátku výrobního procesu. Tím se uskutečňuje nepřetržitý proces cirkulace části základní suroviny v uzavřeném koloběhu /cyklu/. Příkladem takovýchto výrobních procesů jsou např. katalytické procesy při výrobě čpavku.

2.3. Vědeckotechnický rozvoj

Jednou ze základních podmínek přechodu hospodářství na intenzivní formu rozvoje je široké využívání výsledků vědy a techniky v praxi. Je nezbytné podstatně zvýšit technickou a ekonomickou úroveň výroby/ zabezpečit výrazný růst společenské produktivity práce a tím i vysokou efektivnost celého národního hospodářství. Česká ekonomika již nemůže počítat s využíváním extenzivních faktorů svého růstu, ale musí zajistit další dynamický a efektivní rozvoj hospodářství využíváním intenzivních faktorů. Takovýto rozvoj je však možný pouze na základě širokého uplatňování výsledků vědeckotechnického rozvoje.

Vědeckotechnický rozvoj je procesem stále obsáhlejšího uplatňování vědeckého poznávání zákonů ovládajících přírodu, procesem dokonalejšího využívání přírodních sil k ovládnutí přírody, procesem materializace vědeckého poznání v pracovních prostředcích a pracovních předmětech, jimiž lidé znovu působí na přírodu a na sebe navzájem, a tak uspokojují své materiální a kulturní potřeby v konkrétním historickém způsobu výroby.

Plné prosazení intenzivního rozvoje socialistické ekonomiky je především

závislé na urychleném rozvoji vědy a techniky a na rychlém využití nových poznatků ve výrobní praxi. K tomu přispívá i vědecké řízení výroby, výrobní specializace, kooperace a formy účinné spolupráce zemí RVHP. Základem pro efektivnější uplatnění vědy a techniky ve výrobě je dokonalejší zvládnutí cyklu: v S dá - výzkum - vývoj - výroba - užití. Tento cyklus je možno ještě dále doplnit třemi pojmy: jakost - exportabilita - ekologizace, jejichž význam pro výkonnost ekonomiky stále stoupá.

Výrazem vědeckotechnického rozvoje v současné době jsou především automatizace, elektronizace, robotizace, chemizace, biologizace a energetizace.

Automatizace spočívá v tom, že jsou zaváděna zařízení, která vytlačují účast Člověka z procesu bezprostředního řízení jedno tlivých mechanismů, odpadá složka jeho duševní práce spojené s přímým řízením stroje a zbytek fyzické práce spojený s manipulací materiálem" a ovládáním stroje. Stroj s mnohem větší přesností a rychlostí uskuteční práci za podmínek, v nichž Lidský organismus nestačí fyzicky i duševně, nestačí stereotypně nebo dostatečně rychle reagovat v nepříznivých nebo zdravotně závadných podmínkách výroby. Automat však na druhé straně nikdy nenahradí duševní Činnost člověka v plném rozsahu. I na tomto stupni rozvoje techniky je člověk nepostradatelným Činitelem ve výrobním procesu, protože uvádí celé systémy do chodu, provádí údržbu a vyšší formy kontroly systému a dává systému pokyny ke změnám ve výrobní činnosti.

Je- 1 i automatizace provedena jako jednoúčelová a nedovoluje-li rychlou změnu ve výrobních programech, nazývá se automatizace tvrdá. Tuto automatizaci nelze efektivně využít v malosériové výrobě. V některých oblastech strojírenství, které jsou typické sériovostí a širokým sortimentem výrobků je výhodnější automatizace pružná, která je univerzálnější a proto efektivní i v malosériových a sériových výrobach , /výskytu je se např. u Číslicově řízených strojů, tzv.NC strojů/.

E l e k t r o n i z a c e jako další významný směr vědeckotechnického rozvoje představuje aplikaci a rozvedení fyzikálních principů v oblasti fyzikálně •elektrických vlastností hmoty, pohybu elektronů ve vodičích a polovodičích, vztahů mezi elektrony, ionty, atomy a molekulami; je spjata s rozvojem elektrotechnického průmyslu, který se rychle rozvíjí. Zcela ovládla výpočetní techniku, kde zejména rozvoj mikroprocesorů znamená významný přínos v kapacitních možnostech práce počítačů.

Robotizace. Průmyslové roboty jsou novým pracovním prostředkem komplexní automatizace výroby, které se Uši od tradičních prostředků svou univerzálností, mnohofunkčností - s možností přestavby na nové operace. Robotizace kromě intenzifikace výrobních procesů výrazně zvyšuje produktivitu práce, umožňuje dosažení vyrovnané jakosti výroby a dokonalejší využívání základních prostředků. Řeší celospolečenské problémy, vyplývající z nedostatku pracovních sil s cílem postupného osvobození člověka od nebezpečné, namáhavé, monotónní a zdraví škodlivé práce.

Chemizace je cestou uplatnění chemických procesů ve výrobě - cestou vyššího využívání chemických výrobků ve všech odvětvích národního hospodářství. Chemizaci se zušlechťují především suroviny a vznikají z nich nové kvalitnější polotovary. Na jejich základě se připravují plasty - materiály mimořádných technických parametrů, které se ve výrobcích stávají novými materiálními nositeli další generace nové výrobní techniky. Zařazováním chemických procesů do výroby se zvyšuje podíl aparaturní techniky a klesá podíl méně progresivních výrob mechanických.

Biologizace využívá přírodních biologických sil ve výrobních procesech. Rozvoj biotechnologií vyplývá z naléhavých potřeb společnosti, souvisejících především s řešením výživových, energetických a ekologických potřeb obyvatelstva celé naší planety. Biotechnologie využívá biochemických a chemických procesů probíhajících v přírodě v živých organizmech. V oblasti biologizace se vkládají velké prostředky na vědu, výzkum, vývoj i realizaci. Výsledky budou velkým přínosem např. pro zemědělství, průmysl i pro zlepšení stavu globálního životního prostředí. Sledujeme-li pouze dopady biologizace na životní prostředí, označuje se tato cesta jako ekologizace.

Energetizace. Energetizace je dosahováno rozvoje ve využití zdrojů energie a efektivnějšího využití jednotlivých forem energie v celém národním hospodářství. Energie je ve výrobě potřebná pro pohon strojů, k zahřívání surovin a materiálů, k dodání tepla pro uskutečnění některých chemických přeměn a urychlení chemických reakcí, k osvětlení pracovišť, klimatizaci, dopravě atd. Čím větší je vybavenost technických prostředků energií, tím větší může být i konečný ekonomický efekt. Při vysoké vybavenosti vhodnou formou energie je možno např. zvyšovat výkon strojů, pracovat při vyšších obrátkách, zvyšovat rychlost dopravních prostředků. Je možno rovněž i zvyšovat jakost výrobků, jak je tomu např. při výrobě vysoce jakostních slitinových ocelí v elektrických pecích.

Dosud nejvýhodnější formou energie je elektrická energie. Její přednost je v možnosti relativně snadného dálkového přenosu a snadné měnitelnosti na jiné formy, zejména na světelnou, tepelnou i mechanickou.

Velká potřeba tepelné energie ve výrobních procesech si vynutila odklon od přímého použití tuhých paliv. V řadě průmyslových závodů došlo k přechodu na paliva kapalná a plynná, jimiž může být průmysl podobně jako elektrickou energii zásobován z centrálních zdrojů. Cesta širokého použití plyných paliv v průmyslu i v domácnostech se nazývá plynofikace. Přednosti ušlechtilých kapalných a plyných paliv jsou i v možnosti snadnější regulace spalování a snížení podílu škodlivých průmyslových exhalací, což přispívá k vylepšení podmínek pro příznivé životní prostředí.

Využití jaderné energie je prozatím schůdné jen řetězcem převodu na tepelnou energii páry a z té na další formy energie mechanické a elektrické. Přímá přeměna energie jaderná na elektrickou je předmětem výzkumu a není dosud realizovaná.

3. VSTUPY VÝROBNÍHO PROCESU

3.1. Suroviny a materiály

3.1.1. Suroviny a materiály jako formy pracovního předmětu

Pod pojem pracovní předmět zahrnujeme obecně všechny látky, na které člověk působí v procesu výroby za tím účelem, aby je přeměnil na materiální statky. Z technického hlediska jde o látky, které v průběhu výrobního procesu doznávají žádaných mechanických nebo chemických změn /např. změny tvaru, formy, složení/, přičemž mohou zároveň přijímat nebo vydávat energii. Ze vzájemné návaznosti jednotlivých výrobních procesů v celkové výrobě vyplývá, že jedna a táž látka může být v jednom výrobním procesu výrobkem, ale v následujícím výrobním procesu opět pracovním předmětem. Její zařazení do obecných kategorií nelze tedy určit neměnně jednou provždy, ale je nutné provést je vždy znovu pro každý výrobní proces, v němž uvažovaná látka vystupuje. Např. při výrobě železa ze železné rudy je prvním výrobním procesem těžba železné rudy. Vytěžená železná ruda - výrobek těžebního procesu - je pracovním předmětem v následujícím úpravnickém procesu, kdy je zbavována nežádoucích zbytků zeminy a ostatních příměsí. Získaný výrobek - vyčištěná železná ruda - je opět pracovním předmětem při výrobě surového železa v hutích.

V technické praxi se pracovní předměty označují nejčastěji buď pojmem surovina nebo pojmem materiál. Základní rozdíl v používání těchto pojmů je dán charakterem výrobního procesu, ve kterém pracovní předmět vystupuje. Látky, jež jsou pracovními předměty v procesech s převažujícím charakterem chemickým /což znamená, že během průběhu výrobního procesu v nich dochází k podstatným látkovým změnám/, jsou označovány jako suroviny, kdežto látky, jež jsou pracovními předměty ve výrobních procesech s převažujícím mechanickým charakterem /což znamená, že u nich dochází převážně ke změnám tvaru nebo formy/ jsou označovány pojmem materiály. Např. pyrit FeS_2 je surovinou pro výrobu kyseliny sirové H_2SO_4 a kyselina sírová je surovinou pro výrobu síranových solí, neboť v obou případech dochází ke značné látkové změně mezi pracovním předmětem a výrobkem z něho zhotoveným. Jestliže však vyrobíme z lněné příze lněnou tkaninu, nebo z ocele ocelové nosníky, nedochází k podstatným kvalitativním látkovým změnám, ale pouze ke změnám tvaru a formy a pak hovoříme o lněné přízi neb o oceli v daném výrobním procesu jako o materiálech. Obě skupiny /suroviny, materiály/ můžeme dále ještě roztrždit podle množství zhmotnělé práce, jež v sobě obsahují.

Nevytěžené suroviny /přírodní látky/ v sobě neobsahují žádnou zhmotnělou

práci. Patří sem všechny užitékové nerosty tak, jak je nalézáme v přírodě, např. nevytěžena ropa, uhlí, soli, rudy atd. Jsou pracovní m předmětem v těžebních výrobních procesech.

Suroviny v hrubé formě jsou Látky[^] které už určité množství zhmotnělé práce v sobě obsahují/ např. vytěžené nerostné suroviny nebo suroviny živočišné a rostlinné/ ale nejsou zároveň v takovém stavu/ aby mohly být pracovním předmětem ve výrobním procesu/ pro nějž jsou určeny/ neboť je nutné je ještě vyčistit/ tj. zbavit nežádoucích příměsí/ popř. přivést do vhodnějšího tvaru nebo formy. Vystupují i jako pracovní předměty především ve výrobních procesech úpravnických. Např. vytěžená surová ropa obsahuje značné množství vody/ soli/ zbytků hornin a jiných nežádoucích příměsí. Před jejím zpracováním destilací nebo rektifikací je nutné tyto příměsí/ které by vlastní výrobní proces značně narušovaly /koroze zařízení, ucpání trubek apod./ odstranit. Surová ropa se tedy 1 zbavuje v úpravnických procesech všech nežádoucích složek a mění se tak na průmyslovou surovinu - ropu/ která může vstoupit již přímo do daného zpracovatelského výrobní ho procesu.

* Průmyslové suroviny jsou pak látky/ které v sobě již obsahují značné množství zhmotnělé 'práce a vystupují i jako pracovní předměty ve výrobních procesech zpracovatelských a to převážně ve výrobních procesech s chemickým nebo biochemickým charakterem, což znamená, že v průběhu daného zpracovatelského procesu v nich dochází k podstatným látkovým změnám/ které mění jejich charakter, složení a tím i základní vlastnosti. Např. zdravotně nezávadná sůl kamenná NaCl je průmyslovou surovinou pro výrobu důležitých chemikálií-jedovatého chloru, žíravého hydroxidu sodného a hořlavého vodíku. Podobně z pyritu nebo ze siry vyrábíme kyselinu sirovou/ z magnetovce surové železo a voda, chmel a slad jsou suroviny pro výrobu piva. Ve všech při pádech dochází ke značné změně podstaty látek a tím i ke změně jejich charakteristických vlastností.

Materiály lze definovat jako látky/ které podobně jako suroviny již obsahují i určité množství zhmotnělé práce/ většinou větší než suroviny/ ale na rozdíl od surovin vystupují i jako pracovní předměty ve výrobních procesech zpracovatelských s převládajícím mechanickým charakterem. Úkolem výrobní ho procesu je docílení změn mechanických /např. změn tvaru/ a ne změn chemických /např. změn složení/. V oděvním průmyslu se z textilové látky zhotovují textilové obleky/ při čemž všechny charakteristické vlastnosti textilní Látky zůstávají zachovány i ve zhotoveném obleku - a proto textilová látka je materiálem.

Podobna situace nastává u pracovních předmětů, které zahrnujeme pod název polotovary a dílčí výrobky. Ve srovnání s dosud vyjmenovanými skupinami obsahují ve většině případů nej větší množství zhmotnělé práce a vystupují jako pracovní předměty nejčastěji ve výrobních procesech montážních. Patří sem například výkovky, neglazovaná keramika a skleněné tabule. V průběhu následného výrobního procesu u nich nedochází k Látkové změně jejich podstaty, ale k úpravě jejich povrchu nebo spojením s jinými polotovary, příp. dílčími výrobky ke vzniku nového výrobku.

3.1.2. Rozdělení surovin

1) Rozdělení surovin podle jejich úlohy ve výrobním procesu

Podle úlohy v daném výrobním procesu dělíme suroviny na základní, pomocné a energetické.

Základní suroviny jsou suroviny, z nichž vzniká podstata budoucího výrobku • které nelze pro daný výrobní proces nahradit žádnou jinou látkou, aniž by tím došlo ke změně buď kvality výrobku nebo technologie výrobního procesu. Při kladen základní suroviny je voda při výrobě piva, železná ruda při výrobě železa nebo kaolin při výrobě porcelánu.

Pomocné suroviny zabezpečují řádný chod příslušného výrobního procesu/ ale protože nepřecházejí do výrobku a netvoří jeho podstatu, mohou být ve výrobním procesu nahrazeny jinými Látkami, aniž by tato změna měla rozhodující vliv na povahu vznikajícího výrobku. Mezi pomocné suroviny řadíme např. vodu a vzduch, když slouží k čištění nebo chlazení výrobních zařízení. V praxi se pomocné suroviny volí tak, aby byly co nejlevnější, snadno dostupné a zdravotně nezávadné.

Energetické suroviny slouží v daném výrobním procesu k dodávání energie. Řadíme sem všechny suroviny, používané jako paliva, např. topné plyny, koks, uhlí, topnou naftu atd. V některých případech, jestliže energetické suroviny výstupuji odděleně od surovin základních, mohou být zaměňovány/ aniž by došlo ke změně kvality výrobku /např. při rektifikaci ropy mohou být v trubkové peci použity k ohřívání ropy různé topné plyny/. V některých výrobních procesech je úloha energetické a základní suroviny spojena a v těchto případech nelze energetickou surovinu, která je i surovinou základní, nahradit jinou látkou, např. koks ve vysoké peci.

2) Rozdělení surovin podle charakteru jejich zdroje

1) Suroviny primární, sekundární a druhotné

Podle původu zdroje rozeznáváme suroviny primární, sekundární a druhotné.

P r i m á r n í suroviny zahrnují všechny suroviny, jejichž zdrojem je příroda, odkud je různými mechanickými anebo fyzikálními procesy /těžební a úpravnické výrobní procesy/ získáváme a upravujeme před následovným průmyslovým použitím. Příkladem primárních surovin jsou chmel, len, tabák, ropa, rudy, uhlí apod. Souhrn vlastních primárních surovin určitého státu tvoří jeho surovinovou základnu.

S e k u n d á r n í suroviny jsou látky, jejichž bezprostředním zdrojem není příroda, ale suroviny primární, z nichž se určitými zpracovatelskými procesy vyrábějí, aby pak v dalším zpracovatelském procesu byly přeměněny na žádaný výrobek. Např. kyselina sírová vyráběná z primární suroviny-pyritu-je sekundární surovinou, neboť se z ní vyrábějí fosforečná hnojiva a sírany. Podobně amoniak, vyráběný z dusíku a vodíku, je sekundární surovinou pro výrobu kyseliny dusičné popř. amonných soli.

Druhotné suroviny lze stručně definovat jako odpady, z nichž můžeme průmyslovým výrobním procesem získat hospodářsky cenné látky, nahrazující primární nebo sekundární suroviny. Příkladem druhotné suroviny v průmyslu s ropy jsou sirné sloučeniny/ získané jako odpad při odsířování ropy nebo při zpracování uhlí.

Otázka druhotných surovin se v celé řadě průmyslových odvětví dostává stále více do popředí. Souvisí to nejen s technickým rozvojem, díky němuž lze využívat dříve neznámé technologie a postupy /např. teprve objev separační flotace umožnil zpracovávat chudé rudy a tím i některé rudné odpady/, ale také s rychlým snižováním zásob primárních nerostných surovin a v neposlední řadě i se stále rostoucím množstvím průmyslových odpadů, jež zamořují životní prostředí. V řadě pracovišť výzkumných ústavů a vysokých škol se zabývají problematikou využití odpadů a získávání druhotných surovin. Cílem k němuž směřují, jsou tzv. bezodpadové technologie, tj. ideální výrobní procesy, ve kterých nevznikají nevyužitelné odpady a které nezamořují životní prostředí.

II) Rozdělení primárních surovin

Primární suroviny dělíme na tři velké skupiny - suroviny rostlinné, živočišné a nerostné. Mezi suroviny rostlinné a živočišné řadíme části rostlin nebo živočichů /většinou pro tento účel pěstovaných nebo chovaných/, popř. i látky jimi vylučované, jež se dále průmyslově zpracovávají. Mezi suroviny nerostné řadíme všechny průmyslově významné suroviny a nerosty.

Suroviny rostlinné a živočišné mají některé společné znaky, kterými se výrazně odlišují od surovin nerostných. Jedním z podstatných znaků je jejich malá trvanlivost. Vyplývá z té

skutečnosti. Že rostlinné a živočišné suroviny jsou na rozdíl od nerostných surovin živé organismy, skládající se z buněk, jež stárnou a mění tak samovolně své vlastnosti. I když tyto změny probíhají různou rychlostí podle druhu uvažované suroviny, je nutné s nimi počítat. Doprava rostlinných a živočišných surovin musí proto probíhat rychle, jakékoliv delší zdržení může surovinu zcela znehodnotit. V mnoha případech se suroviny upravují, aby se jejich trvanlivost zvýšila. Např. maso se nasoluje, mrazí - rostliny se suší apod. U těch surovin, které nelze konzervovat, jejich malá trvanlivost vyžaduje tzv. sezónní zpracování, jež je z ekonomického hlediska značně nevýhodné, neboť příslušné výrobní pracují i jen část roku /surovární cukrovarů např. 3 měsíce/ a tím dochází k nedokonalému využití strojů a zařízení a k nárazové potřebě pracovních sil.

Další nevýhoda rostlinných a živočišných surovin ve srovnání se surovinami nerostnými je jejich mnohem větší citlivost k okolnímu prostředí. Rostlinné a živočišné suroviny musí být skladovány i dopravovány za přesně vymezených teplotních a vlhkostních podmínek, většinou v uzavřených, ale větraných prostorách, mnohdy chráněných před světlem, před různými cizími pachy /např. tabák/ a před řadou škůdců /např. obiloviny/. u potravinářských surovin musí být dodrženy všechny hygienické předpisy. Během skladování je nutná častá kontrola stavu surovin a někdy i pravidelná trvalá péče /přehazování obilí/. Také požadavky na skladištní prostory jsou přísnější než u nerostných surovin - musí být např. často čištěny a desinfikovány.

Trvanlivost nerostných surovin, posuzována ze stejného hlediska jako u surovin rostlinných a živočišných, je prakticky neomezená, neboť nerostné suroviny nejsou živé organismy a nemohou se samovolně měnit. Změny, ke kterým může v

průběhu jejich skladování nebo dopravy dojít/ jsou pouze výsledkem nežádoucích chemických a fyzikálně chemických reakcí, jež byly způsobeny náhodným vnějším vlivem jako je přítomnost nevhodné látky /např. rozpuštění soli vodou/.

Velkou výhodou rostlinných a živočišných surovin před surovinami nerostnými je jejich reprodukovatelnost. Rostlinné a živočišné suroviny lze vždy znovu vypěstovat a jejich zásoby neustále obnovovat. Vhodným výběrem a stálým šlechtěním, křížením nositelů žádaných vlastností, můžeme ovlivnit kvalitu a jakost průmyslových surovin i živočichů a získat v požadovaném množství takové druhy, jež by je lépe splňovaly naše požadavky. Tyto výhody u nerostných surovin nejsou. Nerostné suroviny vznikaly během vývoje naší Země, jako výsledek složitých geochemických pochodů, probíhajících v průběhu posledních 3-4 miliard let

a jak počet jejich druhů, tak i jejich celkové množství nemůžeme zvyšovat. Proto při jejich stálé spotřebě dochází k celkovému snižování jejich zásob a k postupnému vyčerpávání ložisek. Zásoby průmyslových nerostů některých prvků klesají tak rychle, že se zdá být již v dohledu doba, kdy budou vyčerpány. Zvláště nebezpečný je tento problém u těch prvků, které nemůžeme zpětně získat z jejich průmyslového odpadu. Označujeme je jako prvky děje či tni a je proto nutné s nimi hospodřit co nejšetrněji. Mezi deficitní prvky patří např. kobalt, jehož spotřeba s rozvojem strojírenství rychle stoupá.

Celosvětové zásoby stříbra se podle prognóz některých vědců odhadují již jen na 15 let. Podobně zásoby ropy se odhadují na 50 - 60 let. Tyto a podobné orientační předpovědi jsou velmi důležité a užitečné, neboť varují před ne hospodárností a vytyčují nové směry vědeckotechnických výzkumů - přesto je však vždy musíme považovat jen za pouhé možnosti a ne za předem daná neměnná fakta, jak vyplývá z následujících důvodů:

- V současnosti stále ještě nemáme vyčerpávající podklady o světových zásobách nerostných surovin, ani v případě těch nejzákladnějších nerostů. V mnoha rozvojových zemích se teprve nyní začíná provádět systematický průzkum nerostného bohatství a v mnoha případech byla při dodatečných geologických průzkumech /jež se provádějí i také novějšími metodami, např. pomocí družic/ objevena dosud neznámá ložiska /např. ložiska ropy v Mexiku/.

- Technický pokrok se bude projevovat i v rozvoji nových způsobů obohacování chudých rud /např. elektrolýza, loužení, takže podobně jako se tomu stalo s rozvojem flotace u polymetalických rud, bude možno přejít k těžbě nerostů i z chudých nálezů. Tento krok může znamenat podstatné zvýšení zásob, neboť např. pro rudy udává již odhady sovětských vědců, že z celkových zásob činí bohatá ložiska 5%, středně bohatá 30% a chudá 65%.

- Vývoj techniky a technologie také pozmění názory na užitkové nerosty. Například ještě nedávno se nefelin /nerost obsahující hliník/ nepočítal mezi užitkové nerosty, neboť jsme z něho neuměli hliník vyrobit. Dnes je už technologie výroby hliníku z nefelinu známá a tento nerost se stal cennou průmyslovou surovinou.

- Šířeji bude využíváno možnosti těžby nerostných surovin z mořských vod. Podle výpočtů je ve vodách světových oceánů obsaženo nejméně 50x10 tun minerálních látek, z toho např. více než 1 tuna zlata a 20 tun stříbra na každého obyvatele Země. Mořská voda obsahuje hojně Fe, Cu, Mg, Ni, Co, Mn, Br, B, a J. V řadě států již započaly výzkumy v

tomto směru a dále se rozvíjejí. Běžně se dnes již z mořské vody získávají sodné, draselné a horečnaté soli, přičemž cenným vedlejším produktem je brom.

- Zvýšená úroveň techniky umožní těžit nerostné suroviny i z míst obtížně přístupných, např. ze dna oceánů anebo z velkých hlubin Země /nejhlubší vrty zatím nepřestoupily hranici 700m a většina vrtů má hloubku pouze 200 až 300m/. Výzkumy prováděné v posledních letech ukazují, že na obrovské ploše dna oceánů jsou soustředěny miliardy tun Fe, Cu, Ni a Mn. Jen v Tichém oceánu se tyto zásoby odhadují na 1600 miliard tun a předpokládá se, že zásoby Mn a Ni několikrát převyšují známé zásoby těchto kovů na pevnině. Zatím se z mořského dna teze pouze ropa, ale i tato těžba už nyní činí 10% světové těžby.

3.1.3. Přehled nejdůležitějších

1) Rostlinné suroviny

1) Potravinářské rostliny

Obilí jsou plody obilovin - rostlin náležejících botanicky vesměs k travinám. Zahrnuje hlavně pšenici, žito, oves, ječmen, kukuřici, rýži. Obsahuje ve větší míře škroby /60X/, vodu a bílkoviny /10X/. Zbytek připadá na cukry, tuky, celulózu a minerální látky. Stěžejní použití mají v potravinářském průmyslu /výroba různých druhů mouky, krup a krupic v mlýnech, výroba jedlých škrobů ve škrobárnách/. Ze sladovnického ječmene se ve sladovnách vyrábí slad /naklíčená ječná zrna, zbavená klíčků a kořínků/ a to hlavně slad pivovarnický /pro výrobu piva/ a v menší míře slad krátký /pro výrobu kávovinových náhražek/ a slad dlouhý /pro výrobu lihu v lihovarech/.

Olejnatá semena.

Z rostlin u nás pěstovaných to jsou semena řepky, hořčice, slunečnice, lnu a sóji. Pro svůj velký obsah tuků /30 – 45%/ se zpracovávají v tukovém průmyslu na různé druhy jedlých a technických olejů.

Cukrová řepa je kromě cukrové třtiny jedinou surovinou pro výrobu cukru. Je to jednoletá rostlina, která působením světla vytváří ve svých listech cukr /sacharózu/, jenž pak postupuje do její podzemní části - bulvy - kde se ukládá. Zralé bulvy obsahují 16-20% cukru, zbytek tvoří dřevina a voda. Bulvy se zpracovávají jí vždy na podzim v cukrovarech. V první fázi se z nich vyloží cukr a ve druhé fázi se získaný cukerný roztok rafinuje /čistí/ a zpracovává na různé druhy konzumního cukru.

Chmel je jednou ze základních pivovarských surovin. Je to víceletá dvojdomá rostlina, přičemž pro výrobu piva jsou důležité pouze samičí rostliny. Její šištičky obsahují i

pryskyřičné Látky a chmelovou moučku /lupulin/, nejcennější součást chmele, která uděluje pivu zvláštní vůni, hořkou chuť a působí i jako konzervační prostředek, nebot brzdí rozvoj bakterií. Dobrý pivovarský chmel má mít jemné šišťice /česáním neporušené/ s vysokým obsahem lupulinu. Jakost chmele značně závisí na správné technologii sušení šištic, jež se provádí hned po česání. U nás pěstujeme chmel pro vlastní spotřebu i pro vývoz.

II) Textilní rostliny

Textilní rostliny obsahují v některé své části pevná, jemná a trvanlivá vlákna delší 1 Šram, vhodná pro textilní zpracování. U nás se zpracovává hlavně bavlna /vlákna jsou obsažena v semenech/, dále len, konopí, a juta /vlákna se získávají z lodyh/. Len a konopí se u nás také pěstují, bavlnu a jutu dovážíme. Ve složení všech vláken převládá celulóza /60 - 90%, dále jsou zastoupeny rostlinné vosky, pektiny, lignin a popeloviny /nespalitelné anorganické látky/. Složení vlákna spolu s jeho strukturou a základními mechanickými vlastnostmi /pružnost/ pevnost/ určuje použití v textilním průmyslu. Nejšířší použití má stále ještě bavlna /cca 50% všech výrobků/. Obsahuje 95% celulózy a vyrábí se z ní výrobky osobní i bytové spotřeby/ výrobky zdravotnické i technické. Len /80% celulózy/ se většinou používá na výrobu ložního a stolního prádla/ nábytkových a dekoračních tkanin. Konopí /75% celulózy/ se používá k výrobě lan/ hadic, rybářských sítí a juta /60% celulózy/ k výrobě provazů a lan/ kobercových a obalových tkanin /pytlůviny/.

III) Léčivé rostliny

Sortiment těchto rostlin je velmi široký. Obecně lze říci/ že se jedná o všechny rostliny/ z nichž můžeme připravovat léčivé odvary/ popřípadě přímo získat medicíně účinné látky/ jež dosud neumí mě uměle připravit anebo jejich syntéza je velmi komplikovaná a nákladná. Léky získávané z rostlin můžeme rozdělit do tří skupin – alkaloidy, srdeční glykosidy, terpeny.

Z alkaloidů jsou nejznámější atropin /je obsažen v řulíku a durmanu/, kokain /z keře koky/, chinin /z chinové kůry/, opium a morfin /z makovic/. Působení alkaloidů je různé/ většinou však jde o prudké jedy.

Srdeční glykosidy jsou látky ovlivňující činnost srdce a krevní oběh. Jsou obsaženy např. v náprstníku nebo v konvalince. Dosud se je nepodařilo uměle vyrobit/ takže získávání z rostlin je jejich jediným zdrojem.

Terpeny jsou sloučeniny různého chemického charakteru/ získávané z rostlinných stav, tj. silic/ balzámu a pryskyřic. Patří sem např. mentol/ získá vány ze silice máty peprné a kafr/ destilovaný ze dřeva skořicovníku kastrového.

IV) Další důležité rostliny

Dřevo se zpracovává hlavně v průmyslu dřevozpracujícím /výroba dřevotřískových a dřevovláknitých desek, překližek/ dých apod. /. Pro svůj vysoký obsah celulózy /35 - 55X/ je základní surovinou v papírensko - celulóзовém průmyslu/ kde se z něho kromě papíru získává i čistá celulóza, která je základem pro výrobu důležitých umělých hmot /např. viskóзовého a acetátového hedvábí/ celuloиду a celofánu/. V chemickém průmyslu se ze dřeva vyrábí dřevěné a aktivní uhlí/ kyše li na octová a metanol.

Tabák,neboli sušené a fermentované listy lilkovité rostliny *Nicotiana tabacum* jsou základní surovinou tabákového průmyslu/ vyráběj i čího všechny druhy tabákových výrobků /cigarety/ doutníky a různé druhy tabáku/. Během Let bylo vyšlechtěno mnoho druhů tabáku/ z nichž se každý hodí pouze pro určité druhy výrobků. O tom, zda je tabák slabý nebo silný, rozhoduje nejen obsah hlavního činitele - nikotinu/ ale i další faktory jako je vlhkost, hořlavost atd.I když se u nás tabák pěstuje/ musíme některé druhy dovážet.

Latex je mléčná stává některých tropických stromů/ jejíž hlavní složkou je vysokomolekulární uhlovodík Izoprenového typu. 2 latexu se vyrábí přírodní kaučuk a pryž. Vzhledem k tomu, že již existuje celosyntetická výroba kaučuku,vyzná m přírodního latexu klesá.

2) Živočišné suroviny

Mezi živočišné suroviny řadíme maso, vnitřnosti, krev, tuky, vejce/mléko, med, kosti, kůže, srsti, chlupy, žíně, peří, kopyta, rohy a zámotky bource morušového. Všechny vyjmenované suroviny /s výjimku tuku a medu/ obsahují jako hlavní složku bílkoviny. Tuky jsou estery organických kyselin a glycerinu.Hed je směs dvou cukrů, glukosy a fruktosy. Tezi stě zpracování živočišných surovin spočívá v potravinářském průmyslu a to v průmyslu masném, konzervářenském, mrazí renském, tukařském a mlékářenském. Srst, chlupy a zámotky bource morušového jsou důležitou surovinou v průmyslu textilním.

Srsti. Ze srstí má největší význam ovčí vlna, dále srst z velblouda, kozy angorské a kašmířské, ze kterých se vyrábějí kvalitní vlněné při ze a tkaniny. Králíčí, zaječí a bobří srsti se používá na výrobu klobouků a srsti kravské, telecí a srnčí pro výrobu plsti.

Zámoťky bource morušového jsou surovinou pro výrobu přírodního hedvábí. Koňské žíně slouží k výrobě kartáčů a štětců.

Zvířečí kůže se zpracovávají buď na kožešiny nebo v koželužnách na tzv.usně, jež jsou základním materiálem v průmyslu obuvnickém, rukavičkářském a galanterním. Pro výrobu usní jsou nejvhodnější kůže hovězí, ovčí, kozí, koňské - méně vhodné jsou kůže vepřové a kůže lovné zvěře /jelení, zaječí/.

Průmyslové odpady ze živočišných surovin /kosti, rohy, kopyta/ se zpracovávají v chemickém průmyslu. Z kosti, z odpadních tuků a olejů /např. rybích/ se vyrábí glycerin a mastné organické kyseliny, ze kterých se dále vyrábějí oleje, mazadla, stearin a různé druhy mýdel. Z kosti a kůží se také získává kůže a želatina. Z odpadních roztoků zbylých po výrobě kostního kůže se vyrábí vápenatá hnojiva.

Živočišné suroviny jsou důležité i pro průmysl farmaceutický. Z krve imunizovaných zvířat /hlavně koní a skotu/ se izolují séra neutralizující účinek jedů, proti kterým byla zvířata imunizována. Jde např. o sérum proti tetanu nebo proti záškrtnu. Z jater nebo plic zdravého jatečního dobytka se získává heparin, který snižuje srážlivost krve. Dále se izolují cenné enzymy, hormony a některé bílkoviny /např. albuminy/.

3) Nerostné suroviny

Celkový počet hlavních nerostů a hornin se odhaduje na 1 500, při započtení všech odrůd stoupá až na 7 000. Z tohoto počtu se zatím dobývá jen asi 60 užitkových nerostů, z kterých se po různých úpravách získává 300 základních průmyslových surovin. Výčet všech nerostných surovin s oblastmi použití se vymyká z rozsahu tohoto kursu. Pro náš účel bude vhodnější uvést jejich rámcové rozdělení do skupin podle hledisek, jež přihlížejí jak k jejich charakteru, tak k jejich použití.

1) Voda

Voda je nejrozšířenější a nejdůležitější nerostná surovina. Z hlediska života organismů ji nelze ničím nahradit. V přírodě se vyskytuje ve všech třech skupenstvích a na rozdíl od ostatních nerostů podléhá přírodnímu koloběhu, jenž má velký geochemický i biochemický význam. Chemicky čistá voda /sloučenina H_2O , se v přírodě vůbec nevyskytuje; i voda dešťová obsahuje, vzhledem k velké rozpouštěcí schopnosti vody, určité množství rozpuštěného CO_2 a jiných látek. Voda mořská a voda podzemní obsahují hodně rozpuštěných solí, ve vode povrchové je větší množství bakterií. Nejčastěji se při odběru vody posuzuje její

vzhled/na-př. zákal, zabarvení/, stanovuje se její teplota, pH, obsah rozpuštěných organických látek a obsah anorganických soli.

Stupeň kyselosti a zásaditosti vody vyjadřuje faktor pH. Je definován vzorcem:

$\text{pH} = -\log c_{\text{H}^+}$, kde c_{H^+} je koncentrace vodíkových iontů.

Číselně se hodnoty pH pohybují v rozsahu 0 až 14, přičemž pro neutrální prostředí je $\text{pH} = 7$, pro prostředí kyselá je $0 < \text{pH} < 7$ a pro prostředí zásaditá je $7 < \text{pH} < 14$.

Obsah organických látek se stanovuje podle spotřeby kyslíku. Hovoříme o tzv. biochemické spotřebě kyslíku a označujeme ji zkratkou BSK. Většinou se při stanovení udává množství kyslíku spotřebované za 5 dní /BSK⁵/. Spotřeba kyslíku se udává v mg/l vody. Čím je spotřeba kyslíku větší, tím je zkoumaná voda více znečištěna. Mezní hranici pro pitné vody je hodnota 3,0 mg O₂/l vody.

Celkový obsah anorganických solí obsažených ve vodě se stanoví odpařením vzorku vody do sucha a zvážení zbylého odparku. Udává se v mg/l. Kromě celkového obsahu soli se často stanovuje tzv. tvrdost vody, což je obsah rozpuštěných vápenatých a horečnatých soli. Celková tvrdost vody se dělí na přechodnou tvrdost, způsobenou hydrogenuhličitanem a trvalou tvrdost, způsobenou ostatními solemi vápníku a hořčíku. Přechodnou tvrdost vody lze na rozdíl od trvalé tvrdosti odstranit varem. Tvrdost vody se nyní udává v mg CaCO₃ na 1 litr.

Použití vody je velmi rozsáhlé a mnohostranné. Spadá sem především zásobování obyvatelstva vodou pitnou a užitkovou, mezi kterou se započítává i voda požární. Ve všech průmyslových výrobních procesech se vody používá k mytí a k čištění, ve většině dalších k chlazení a zahřívání. V energetickém hospodářství se spotřebuje velké množství vody pro výrobu páry /tzv. napájecí voda/. V potravinářském, farmaceutickém a chemickém průmyslu je voda důležitým rozpouštědlem a základní surovinou /výroba nápojů, léků, chemikálií - např. kyselin a soli - výroba kyslíku a vodíku elektrolýzou/. Před svým použitím se přírodní voda upravuje. Způsoby úpravy vody volíme na základě rozdílu mezi původními a požadovanými vlastnostmi a jsou pro daný výrobní proces většinou stanoveny normou. Nejnižší nároky na vstupní úpravy jsou u vody používané k mytí a čištění technických provozů, kde se většinou používá voda z řek, pro jejíž vyčištění obvykle stačí filtrace. Pouze ve specifických případech se provádí odstranění železa nebo manganu. Výjimkou jsou farmaceutické a potravinářské výroby, kde je nutné zbavit vodu choroboplodných zárodků. Voda používaná k tepelným výměnám má zvláštní nároky především na množství a složení

rozpuštěných minerálních látek. Tyto požadavky jsou tím přísnější, čím jsou vyšší provozní teploty. Nejvyšší jsou u napájecích vod pro vysokotlaké kotle. Napájecí vody se po mechanických úpravách /usazování a filtrace/ změkčují některým z běžných způsobů /varem, vápnem, vápnem a sodou, fosforečnanem sodným/. Je-li zapotřebí úplně odstranit některé ionty, upravuje se voda katexy nebo anexy. Voda používaná jako rozpouštědlo má být vždy čistá, tj. po filtraci. Další úpravy závisí na druhu rozpouštěné látky a na metodě zpracování. V některých případech rozpouštěné soli nevaří, jinde nesmí jejich obsah přestoupit určité dané hodnoty /např. při výrobě piva, při elektrolýzách/ a někdy musí být používaná voda zbavena všech nečistot /při výrobě léčiv při výrobě čistých chemikálií apod.

Spotřeba vody je obecně velmi vysoká. V našem státě, který patří mezi státy s nejmenšími zdroji pitné vody v Evropě/ se spotřebuje ročně cca 6 miliard m vody, z čehož 75% připadá na průmysl. Spotřeba vody přitom neustále roste.

II) Vzduch

Vzduch/ podobně jako voda/ zaujímá mezi nerostnými surovinami zvláštní postavení/ neboť: je z hlediska existence živých organismů nenahraditelný. Zhruba 90% všeho vzduchu se nachází v troposféře/ jež sahá do výše 10km. Nad troposférou je stratosféra /do výše 80km/ a v ní je obsaženo 9% ze zbývajících 10% vzduchu. Vzduch není čistá látka/ ale směs/ jejíž složení pokud jde o hlavní složky/ tj. dusík a kyslík/ zůstává neměnné /78% dusíku a 21% kyslíku/. Zbýající procento tvoří vzácné plyny Ar Kr Xe vodní pára CO₂, prach, mikroorganismy a v posledních desetiletích i průmyslové exhalace/ mezi nimiž převládá SO₂ a H₂S. Obsah složení příměsí značně kolísá v závislosti na místě odběru.

V průmyslu se vzduch používá nejčastěji jako zdroj kyslíku, tj. oxidační činidlo /výroba SO₂, SO₃, HNO₃, provzdušňování v biochemických procesech hutní výroby, spalování všech druhů paliv/ a jako sušicí a chladicí prostředek. Kromě toho je zdrojem chemicky důležitých látek /výroba O₂, N₂ a vzácných plynů destilací zkapalněného vzduchu/. Podobně jako voda musí být vzduch před vstupem do výrobního procesu patřičně upraven a po výstupu před vypuštěním do atmosféry opět vyčištěn. Úpravy vzduchu závisí na druhu výrobního procesu. V některých výroбах lze vzduch používat bez úpravy /např. pro chlazení/ v jiných případech je nutné mechanické předčištění především odstranění prachu /např. u sušení/ popř. i chemické předčištění /hlavně u chemických výrob - odstranění SO₂, H₂ S, CO₂ . Pro některé biochemické výroby je nutné vzduch sterilizovat. Způsoby úprav vzduchu zahrnují hlavně odlučování prachu v prašných komorách a cyklonech, filtraci, adsorpci, absorpci, praní a

metody elektrostatické nebo ultrazvukové. Podobně jako vodu nemůžeme ani vzduch považovat za nevyčerpatelnou surovinu a je nutné hospodařit s ním velmi šetrně a vyhýbat se procesům/ které narušují jeho přírodní složení.

III) Biolity

Biolity jsou nerosty nebo horniny vzniklé za spolupůsobení živých organismů. Dělíme je na hořlavé biolity a nehořlavé biolity.

Hořlavé biolity rozdělujeme podle chemického složení na horniny humusové a na živice.

Humusové horniny /rašelina/ lignit/ hnědé a černé uhlí/ antracit/ jsou složeny z velmi složitých uhlíkatých sloučenin/ jejichž stavbu neznáme/ takže uvádíme jen elementární složení/v němž převažuje vždy uhlík/ dále kyslík/vodík a v menší míře sira a dusík.

Živice /asfalt/ zemní vosk/ ropa/ zemní plyn/ jsou směsí uhlovodíků. Obě skupiny řadíme mezi přírodní paliva a používají se jako energetické suroviny.

Výhřevnost humusových hornin stoupá s obsahem uhlíku, jenž se zvyšuje se stářím nerostu

Druh humusové horniny	Obsah prvků v %				-1 Výhřevnost v MJ • kg
	N	H	O	C	
rašelina	1	6	33	60	8-16
lignit	1	6	20	60	8-12
hnědé uhlí	1	6	20	73	12-21
černé uhlí	1	5	10	84	21 - 29
antracit	1	3	2	94	40

Tab. Složení a výhřevnost humusových hornin /horniny jsou seřazeny podle stoupajícího stáří/

Nehořlavé biolity rozdělujeme na uhličitánové /vápenec, dolomit/, křemičité /křemelina, bulžník/ a fosfátové.

a) Hořlavé biolity

Rašelina a lignit jsou průmyslově méně významné. Používají se jako podřadná paliva vždy na místě těžby, neboť jejich přeprava by se nevyplatila.

Hnědé a černé uhlí slouží dosud převážně jako palivo /pece, parní kotle/. Toto použití je však velmi neekonomické - využívá pouze cca 60% celkové energie obsažené v uhlí, neboť dochází ke značným ztrátám, jež jsou způsobeny Jak špatnou izolací topeniště /asi 8%/, tak i nedokonalým spálením /6%/ a nevyužitím energie odpadních kouřových plynů /25%/.

Ekonomičtější je chemické zpracování uhlí zplynováním, karbonizací nebo hydrogenací, při nichž získáváme umělá paliva a ještě řadu důležitých látek pro výrobu barviv, léčiv a plastů.

Zplynování se používá většinou u méně kvalitního hnědého uhlí. V závislosti na technologickém postupu se tak získává generátorový plyn, vodní plyn nebo smíšený plyn.

Karbonizace se provádí u černého i hnědého uhlí. Vzniká koks, dehet a svítiplyn.

Hydrogenace se provádí hlavně u hnědého uhlí. Je to přeměna uhlí na uhlovodíky a vyrábí se tak hlavně benzin, ale také mazadla a oleje.

Ropa je kapalina olejovité konzistence, barvy žluté až temně hnědé v závislosti na druhu uhlovodíků, jež obsahuje. Jakost ropy je dána stejnými parametry jako u uhlí, tj. výhřevností, obsahem síry, vody a nespalitelných organických látek. Ropa se zpracovává destilací a rektifikací, což znamená, že se rozdělí na jednodušší směsi uhlovodíků v závislosti na jejich bodech varu. Destiláty ropy, jež obsahují složitější uhlovodíky s vyššími body varu, se dále chemicky zpracovávají a přeměňují na žádanější složky /benzin nebo etylén/. Jde o tzv. petrochemické zpracování ropy, jež poskytuje bohaté množství nejrůznějších chemických surovin na bázi uhlovodíků,

Zemní plyn je směs hořlavých převážně alkalických uhlovodíků /hlavní složkou je metan/, vedle nichž obsahuje často též CO, N_2 , popř. He nebo H_2S . Obsah dusíku bývá často tak veliký, že se vyplatí jej ze zemního plynu získávat /dusíkárna v Šale na Slovensku/. Více než polovina světové produkce zemního plynu se dosud používá jako palivo, ale ekonomičtějšího využití se opět dosáhne chemickým zpracováním. K využívání zemního plynu hodní přispěly stavby dálkových tranzitních plynovodů, které umožňují přečerpávat ročně desítky mld. m plynu na vzdálenosti tisíce km.

b) Nehořlavé biolity

Z nehořlavých biolitů mají pro průmysl největší význam vápenec a dolomit.

Vápenec je v podstatě uhličitán vápenatý $CaCO_3$, který je jednou z nejrozšířenějších hornin. Podle příměsí, které obsahuje a podle své kompaktnosti, se dělí na mnoho druhů /nejznámější jsou mramor a mramor/. Použití vápence je velmi široké. V mnoha případech se využívá jeho tepelného rozkladu, při kterém vzniká CaO a CO_2 . Tato reakce je základem průmyslové výroby vápna a tím i výroby všech ostatních látek, jež se z vápna získávají, např. karbidu vápníku, hašeného vápna, chlorového vápna atd. Reakce se využívá také v cukrovarech, kde je zapotřebí jak vápna, tak i CO_2 . Kromě stavebnictví, kde je vápenec důležitým materiálem /stavební kámen, obkladové desky atd./ i surovinou /výroba cementu, malty/ se vápenec používá v hutnictví /struskotvorná přísada/, ve sklářství, v keramice /přísada při výrobě různých druhů výrobků/ a v průmyslu gumárenském a chemickém /výroba

hnojiv, viskózní celulózy, sody apod./ Pro svůj zásaditý charakter se vápenec též používá i jako neutralizační prostředek pro kyselá prostředí /úprava vody/.

Dolomit je v podstatě podvojný uhličitán vápenatohořečnatý CaCO_3 , . MgCO_3 , Svými vlastnostmi i použitím se podobá vápenci. Při běžné těžbě cca 2 mil. tun ročně, se spotřebuje cca 80% v hutním průmyslu, 15% jako hnojiva a 5% ve sklářství a keramice.

IV) Rudy

Rudy jsou nerosty nebo horniny které se používají v hutnictví pro průmyslovou výrobu kovů nebo jejich sloučenin, přičemž nerozhoduje, vyskytuje-li se hledaný kov v přírodním materiálu v elementárním stavu nebo ve sloučenině. Tradičně se do rud nezapočítávají sole alkalických kovů, i když by této definici vyhovovaly. Minimální koncentrace daného kovu v rudě, jež určuje, zda-li se vyplatí rudu zpracovávat, se nazývá mez zpracovatelnosti Kovnatost/ a je pro každý kov jiná, neboť záleží kromě četnosti nalezišť též na významu kovu, na úrovni techniky a tím i na době, v níž se těžba provádí

V) Důležité přírodní silikáty a alumosilikáty

Silikáty a alumosilikáty jsou látky složité struktury s převládajícím obsahem kyslíku a křemíku nebo kyslíku, křemíku a hliníku. Značný počet z nich se používá jako stavební, popř. izolační materiály, např. žula, rula, opuka, pískovec, perlit atd. Nejdůležitějšími silikátovými surovinami jsou pisky a azbesty - alusilikátovými surovinami slídy, živce, kaoliny, jíly a hlíny.

Minimální obsah kovu v %

Druh rudniny	Minimální obsah kovu v X
1. železné rudy	25 - 45 % Fe
2. manganové rudy	18 - 30% Mn
3. měděné rudy	0,4 - 1,5% Cu
4. olovnaté rudy	1,5 - 3,0 % Pb
5. zinkové rudy	4 - 6% Zn
6. rudy zlata	0,1 - 0,2g Au/m ³ –
a/ v ryžovištích	4 - 10g Au/t
b/ při hlubinném dobývání	0,1 - 0,5g Pt/m ³
8. dnové rudy	0,1 - 0,5% Sn
9. niklové rudy	1,5 - 2% Ni
10.kobaltové rudy	0,2 - 0,5% Co
11 .molybdenové rudy	0,1 - 0,3 % Mo
12. antimonové rudy	1,5 - 3% Sb
13.vismutové rudy	3 - 6% Bi
14. hliníkové rudy	50 - 60% Al ₂ O ₃
15. stříbrné rudy	0,01 - 0,1 5% Ag
16. rtuťové rudy	0,5 - 1% Hg
17. wolframové rudy	0,2 - 0,5% W ₂ O ₃

Fe	magnetovec Fe ₃ O ₄ , hematit Fe ²⁺ O ₃ , siderit FeCO ₃ ,
Cr	chromity /např. Fe,Mg Cr ₂ O ₄ ,
Mn	pyroluzit MnS ₂ , alabandin Mn S , rhodamit Mn Si O ₃ ,
Mo, Sn, W	molybdenit MoS ₂ , wulfenit Pb Mo O ₄ , cínovec Sn O ₂ , wolframit (Fe,Mn)W ₂ O ₄ , scheelit CaW ₂ O ₄
Co, Ni, Cu	cobaltin Co As ₃ , garnierit Ni SO ₄ . mH ₂ SiO ₄ . H ₂ O, chalkopyrit
Zn, Ag, Pb	sfalerit ZnS, argentit Ag ₂ S, galenit PbS ₂
As, Sb, Bi	arsenopyrit FeAsS, antimonit Sb ₂ S ₃ , Bi ryzí
Hg	v elementární formě, cinabarit HgS
Ru. Rh. Pd.	
Ir. Os. Pt. Au	platinové kovy se získávají v elementárním stavu z písků v elementárním stavu z písků a žil
Th	Th je častou příměsí /5 až 12%/ v zirkonu ZrSiO ₄ /10 až 30%/ v monazitu CePO ₄
U	v uranitech /např. smolinci U ₃ O ₈ a uranových slídách
Al	bauxit Al ₂ O ₃ ,
Ti -	ilmenit FeTiO ₃ , rutil TiO ₃ ,
Mg	karnalit MgCl ₂ .K Cl.6H ₂ O, kainit KCl.MgSO ₄ .3H ₂ O

Tab. Přehled rud

a) Silikátové suroviny

Pisky jsou nepevněné úlomkovité usazeniny o velikosti zrn 0,05 až 2,0 mm, vznikající zvětráváním a mechanickým rozpadem hornin. V jejich složení převládá křemen /50 – 90%/. Pisky se hodnotí nejen dle složení a obsahu prашné a jílovité frakce, ale též podle stupně zaoblení zrn a pórovitosti. Jejich použití je velmi mnohostranné. Používají se jako materiály ve stavebnictví, slévárenství a při filtraci. Jsou surovinami pro výrobu malt, betonu, cihel, žáruvzdorných hmot a skla.

Azbesty /osinky/ jsou žáruvzdorné vláknité nerosty s vysokou chemickou a tepelnou odolností, které lze spřádat. Používají se v textilním průmyslu a v průmyslu žáruvzdorných hmot.

b) Alumosilikátové suroviny

S í l í d y se vyznačují velkou štěpností /lístky jsou silné zlomek mm/ a používají se především v elektrotechnice /90% celkové těžby/. Živce jsou alumosilikaty sodnovápenaté nebo draselné, horninotvorné /patří k nejrozšířenějším nerostům/. Používají se ve sklářství jako přísady do sklářského kmene a v keramice jako tavidlo při výrobě porcelánu a glazur. Rozkladem živců vzniká minerál kaolinit o malé tvrdosti /cca 1/, jenž tvoří hlavní součást /až 50X/ světlé horniny kaolinu, která je základní surovinou pro výrobu porcelánu, keramiky a minerálních barev.

J í l y jsou znečištěné směsi silikátových a alumosilikátových minerálů, složené z částic nepatrně velikosti /pod 0,01mm/. Jejich důležitou vlastností je velká sorpční schopnost poutat značné množství vody, formovatelnost a žáruvzdornost. Jíly se používají v keramice pro výrobu póroviny, kameniny a žáruvzdorných hmot, dále při výrobě cementu a malt ve stavebnictví a ve slévárenství na formovací směsi. Silně znečištěné jíly nazýváme hlíny.

VI) Další důležité nerosty

Z průmyslově důležitých nerostných surovin nebyly dosud uvedeny síra, pyrit, sádrovec, baryt, halové sole a přírodní fosfáty. Stěžejní použití těchto surovin je v anorganickém chemickém průmyslu.

Síra a pyrit /FeS₂/ jsou základní suroviny pro výrobu SO₂ a HgSO₄. Ze siry se kromě toho vyrábí ještě sirouhlík. Obsah síry v těžené surovině musí být alespoň 95%, obsah siry v pyritu bývá u kvalitních pyritů 52% /minimální hodnota pro ještě ekonomickou těžbu je 10%.

Sádrovec/CaSO₄/ je nerost, z něhož se pálením vyrábí sádra. Bílá, jemně zrnitá odrůda sádrovce, je alabastr.

Baryt /BaSO₄/ je surovinou pro výrobu bílého barviva a ostatních průmyslově důležitých solí barya, např. BaS, BaCO₃, BaCl₂.

Sůl kamenná /NaCl/ je jednou z nejdůležitějších nerostných surovin vůbec. Nejvíce / 2 třetiny těžby/ se jí spotřebuje v průmyslu potravinářském. V průmyslu chemickém se z ní vyrábí vodík, hydroxid sodný, chlor a chlorovodík.

Draselné sole je používají k výrobě potaše K₂ CO₃, a k výrobě draslíku.

Fluorit /CaF₂/ se v největší míře /80% těžby/ spotřebuje v hutnictví jako struskotvorná přísada při výrobě surového železa ve vysokých pecích a při výrobě hliníku jako tavidla. V chemickém průmyslu slouží k výrobě důležitých sloučenin fluoru /HF, H₂SiF₆, fluoridy/. V keramice a ve sklářství se používá na výrobu emailů.

Apatity a fosfority jsou přírodní fosfáty a po chemické stránce obsahují stejnou hlavní složku - fosforečnan vápenatý. Liší se výskytem /apatity jsou ve vyvřelých horninách, fosfority jsou v sedimentech/ a obsahem příměsí /fosfority jsou příměsemi více znečištěny/. Obě látky jsou základními surovinami pro výrobu fosforečných hnojiv, na niž připadá 95% těžby, výrobu fosforu a jeho sloučenin.

3.1.4. Surovinová základna ČR

1) Rostlinné a živočišné suroviny .

Surovinovou základnu rostlinných a živočišných surovin tvoří zemědělská výroba a lesní hospodářství. Vlastní zabezpečení přísunu těchto surovin značně závisí na rozsahu a úrovni rostlinné a živočišné prvovýroby a na klimatických podmínkách příslušné země. U rostlinných a živočišných surovin našeho státu převažuje, podobně jako je tomu u surovin nerostných, dovoz nad vývozem, ale při porovnání celkové platební bilance tvoří dovoz všech rostlinných a živočišných surovin jen 1/3 dovozu surovin nerostných. Určitou část dovozu tvoří suroviny , jejichž produkci nemůžeme v našich klimatických podmínkách zajistit, např. z potravinářských surovin rýže, některé druhy ovoce a zeleniny, některé pochutiny /koření, kakaové boby, káva, čaj/ z textilních surovin bavlna, vlna a juta. Dovážíme také surové kůže, ryby a tabák.

2) Nerostné suroviny

Nerostné bohatství našeho státu je malé.

Z přírodních paliv jsou u nás ložiska černého a hnědého uhlí, lignitu a rašeliny, jejichž těžba v podstatě kryje spotřebu /hnědé uhlí vyvážíme/. Zásoby černého uhlí činí cca 9 mld. tun a nacházejí se především ve středočeských pánvích kladensko-rakovnické a plzeňské.

Největší pánvi je pánev ostravsko-karvinská, kde bylo nedávno objeveno nové ložisko pod Beskydami. Zásoby hnědého uhlí se odhadují na 12 mld. tun a nacházejí se především v pánvi chebské, sokolovské, teplicko-duchcovsko-chomutovské. Těžba ropy a zemního plynu je značně nižší než odpovídá spotřebě.

Z rud máme větší zásoby pouze **uranitu**. **Železné rudy** se u nás nacházejí poskrovnu. Těžba železných rud neodpovídá naší průmyslově spotřebě, která je 8x větší a rozdíl je doplňován dovozem železných rud z Ruska /80%/ a ostatních států. **Chromové rudý** se u nás nevyskytují a veškeré potřebné množství dovážíme /balkánský chromit/. **Manganové rudy** nedostačují průmyslové spotřebě a dovážíme je především z Bulharska(70%, z Ruska/20%/ a z ostatních **rudy molybdenu** dovážíme v celém rozsahu spotřeby. I když z barevných kovů se u nás vyskytují **rudy cínu a wolframu** v Krušných horách, **rudy niklu** u Šluknova a roztroušená malá množství **rudy mědi, zinku, stříbra a olova**, je naše současná spotřeba kryta hlavně dovozem. Z nekovových surovin dovážíme v celém rozsahu spotřeby přírodní fosfáty, a to **apatit** a Afriky /Maroko, Alžír/a **fosfority** ze Severní Afriky a asijských zemí. Také draselné sole a deficitní **borité suroviny** dovážíme.

Apatity a fosfority jsou přírodní fosfáty a po chemické stránce obsahují stejnou hlavní složku - fosforečnan vápenatý. Liší se výskytem /apatity jsou ve vyvřelých horninách, fosfority jsou v sedimentech/ a obsahem příměsí /fosfority jsou příměsemi více znečištěny/. Obě látky jsou základními surovinami pro výrobu fosforečných hnojiv, na niž připadá 95% těžby, výrobu fosforu a jeho sloučenin.

Lepší surovinovou situaci máme u vápence, dolomitu, silikátu a alumosilikátu, kde jsme nejen soběstační, ale ještě kaolin a magnezit vyvážíme. Těžbu velmi důležité soli kamenné, která činí cca 5 000 tun ročně, doplňujeme dovozem potravinářské soli z Polska a průmyslové, neboť celková spotřeba je cca 20 000 tun. Fluorit /CaF₂/ dovádíme především z Německa, v menší míře z Bulharska. Siru v elementární formě dovážíme z Polska /druhotnou surovinou pro získání siry v budoucnu budou exhalace z výroby železa a barevných kovů a sirné sloučeniny odstraněné z ropy před její rafinací.

Vzhledem k tomu, že pro další rozvoj ekonomiky každé země je velmi důležité vědět z jakých zdrojů má daná země dlouhodobě zajištěny své potřeby surovin, jsou v následujícím stručném shrnutí rozděleny primární suroviny z hlediska výskytu, těžby, dovozu a vývozu našeho státu do osmi skupin:

- Suroviny, pro jejichž výskyt u nás nejsou geologické podmínky a které tedy nemůžeme nikdy těžit /rudy chromu a platinových kovů, elementární sira, fosfáty, draselné soli/.
- Suroviny, pro jejichž výskyt jsou u nás špatné podmínky /rudy železa, manganu, mědi, olova, zinku, niklu a kobaltu/.
- Suroviny, pro jejichž výskyt jsou u nás dobré podmínky a je možné postupným technickým rozvojem a stálou intenzifikací těžby domácích zdrojů dosáhnout plného krytí potřeby /uhlí, cín, wolfram, fluorit, živce, křemenné pisky/.
- Suroviny, jejichž těžba plně pokrývá naši spotřebu a které jsou důležitým exportním artiklem anebo mají předpoklady se jím stát /rudy radioaktivních prvků, kaolin, žáruvzdorné a keramické jíly, hliníkové jíly, magnezity, grafit, bentonit, baryt, rtuť, antimon/.
- Suroviny, které se u nás vyskytují v masovém měřítku a jejichž možnosti těžby jsou teoreticky neomezené, a u kterých jsou základním problémem vztahy mezi těžbou a spotřebou a dále střety společenských zájmů, především pokud jde o životní prostředí /vápenec, cihlářské hlíny, kámen/.
- Suroviny, které se vyskytují v malém množství a nejsou zatím náležitě využívány /molybden, stopové prvky/.
- Suroviny, u nichž je reálná možnost intenzifikace využití, ale dovoz je zatím považován za ekonomicky výhodnější /kamenná sůl, dekorativní kameny/.
- Suroviny, které se u nás vyskytují, ale jejichž potřeba není zatím zabezpečena, takže dosud nejsou průmyslově těženy /pomocné suroviny abrazivní a křídové spongility/.

3.1.5. Úprava surovin

Suroviny v hrubé formě se od surovin průmyslových liší tím, že obsahují téměř vždy vedle žádané složky i jiné látky, které je třeba před zahájením vlastního zpracovatelského procesu oddělit. Přímé použití mohou mít jen některé nerostné suroviny většinou z bohatých a kompaktních ložisek, např. vápenec a dolomit pro stavební účely nebo draselné a dusíkaté sole jako hnojiva, dále azbest, slída, popř. atmosférický vzduch nebo říční voda.

Výrobní procesy, kterými suroviny zbavujeme nežádoucích příměsí, nazýváme procesy úpravnické a jejich soubor říkáme úprava surovin. Odstraňované látky mohou být zcela průmyslově neúčinné /balast/ anebo naopak také průmyslově užitečné a potom je nutné volit takové úpravnické procesy, které by doprovodné látky nijak nezneškodnocovaly, aby mohly být ze vzniklého odpadu izolovány a dále využity /tzv. druhotné suroviny/. Z ekonomického hlediska je vhodné provádět úpravnické procesy v co nejširším rozsahu hned v místě těžby

suroviny, aby neužitečný balast nebyl zbytečně přepravován. Z technického hlediska spadají do úpravnických procesů všechny metody, kterých používáme k vzájemnému oddělování složek ve směsích a jejichž principy jsou obecně probrány v kap. III. Jde především o metody dělení tuhých heterogenních směsí a o metody dělení plynných směsí /vzduch/. Poněkud zvláštní postavení mají metody používané k úpravě vody, které jsou vzhledem k důležitosti a rozsahu použití vody stručně uvedeny v následující části této kapitoly.

1) Úprava vody

Pod pojem úpravy vody zahrnujeme všechny procesy /mechanické, chemické, biochemické apod./, kterými pozměňujeme vlastnosti vody tak, aby mohla být použita v daném výrobním procesu. V praxi existuje velké množství různých způsobů používaných k úpravám vody. Pro lepší orientaci je /v souladu s dělením používaným ve vodárenství/ rozdělíme do čtyř skupin - předčišťování, čištění, zušlechťování a zabezpečení zdravotní nezávadnosti vody.

I) Předčišťování

Účelem předčišťování je odstranění tuhých nerozpustných látek větší velikosti. Jedná-li se o plovoucí látky, zachycujeme je na mřížích /česlech/nebo na šitech. K odstranění snadno sedimentujících látek se používá usazování v nejrůznějších typech usazovacích nádrží. V případě, že jde o látky těžko sedimentující, urychluje se usazování přidavkem tzv. koagulantů. Koagulanty jsou látky, které ve vodě vytvářejí slizovité vločky, na nichž se drobné nerozpustné částice tuhých látek zachycují a vytvářejí tak větší celky, které se pak usazují rychleji než původní nečistoty. Popsaný proces vytváření vloček, zachycování drobných částic /tzv. čiření vody/ a usazování se též nazývá úprava vody vločkovým mrakem. Jako koagulantů se často používá soli $Al_2(SO_4)_3$.

II) Čištění

Účelem čištění je odstranění všech i velmi jemně rozptýlených nerozpustných látek obsažených ve vodě. Většinou se k tomuto účelu používá filtrace. Konstrukce filtračního zařízení a volba filtračního materiálu /antracit, písek/ je různá a značně závisí na účelu dalšího použití vody.

Při pomalé filtraci - na pískových filtrech - se zpracovávají vody s větším zákalem nebo organickým znečištěním. Filtry jsou prostorné nádrže o ploše až $3000m^2$ a hloubce 3m. Výplň tvoří štěrk, hrubý a jemný písek. V průběhu filtrace vody se na povrchu vytvoří slizovitá

blána, která sice zpomaluje filtraci, za to však zvyšuje účinek filtru, který se po jejím vytvoření stává současně filtrem biologickým.

Při rychlofiltraci jsou filtry konstrukčně řešeny jako uzavřené kotle. Voda prochází filtrační pískovou vrstvou shora dolů. Po zanesení filtrační vrstvy se do filtru zavede vypírací tlaková voda opačným směrem. Kaly se takto vyplaví a odstraní z prostoru filtru a může být zahájena nová fáze filtrace.

III) Zušlechťování

Do této skupiny zařazujeme obecně všechny úpravy vody, jež mají určité speciální zaměření/ s výjimkou úprav týkajících se zabezpečení zdravotní nezávadnosti vody. Ve většině případů se jedná o odstranění rozpuštěných látek, jejichž přítomnost by nějakým způsobem narušovala průběh žádaného výrobního procesu, avšak patří sem i ty úpravy, jimiž vodu o nějakou potřebnou složku obohacujeme /např. přidávání jódu do pitné vody/. Mezi nejčastěji prováděné úpravy patří odplynění, odstranění korozivních látek, úprava pH vody, odstranění sloučenin železa a manganu a úprava tvrdosti.

* Odplynění vody. Protože přítomnost některých plynů /nejčastěji se jedná o CO_2 , H_2S , O_2 , může ovlivnit pach i chuť vody a také zvýšit její korozivní vlastnosti, je nutné snižovat v některých případech jejich koncentraci nebo je zcela odstranit. Odstranění CO_2 , H_2S se nejčastěji provádí vytěsněním pomocí kyslíku, tzv. provzdušňováním vody, při němž se voda rozprašuje tryskami nebo se do ní naopak tryskami vhání vzduch. Odstranění kyslíku se provádí vakuem, varem nebo varem za tlaku. U napájecích vod pro kotelny se kyslík odstraňuje chemicky pomocí Na^+SO_3^- .

* Snižování kyselosti vody /nejčastěji jde o H_2CO_3 / se dosahuje filtrací vody přes mramorem vyložené filtry, popř. chemickou cestou přidáním alkalických látek do vody /vápno/.

* Odstranění železa a manganu z vody je nutné zejména proto, že vytváří nánosy na nádobách, ucpává potrubí a způsobuje tmavé zabarvení vody, takže ji nejde použít např. v čistírnách a prádelnách. Způsoby odstranění železa a manganu jsou různé a značně závisí na druhu přítomné sloučeniny.

Např. uhličitany železa lze odstranit již při provzdušňování vody, neboť vzniká nerozpustný hydroxid železitý, který lze odfiltrovat. Jestliže je železo ve vodě vázáno na organické látky, nestačí na jeho oxidaci provzdušňování, ale je nutná oxidace pomocí chlorové vody.

Odstraňování manganu je obecně mnohem obtížnější a opět značně závisí, na jeho chemické vazbě. Protože železo a mangan vytvářejí ve vodě kationty lze je v některých případech odstranit pomocí měničů iontů/ionexů /. Ionexy jsou tuhé látky na bázi křemičitanů, které se nacházejí v přírodě/zeolity/nebo se vyrábějí uměle/permutity/. Jejich charakteristickou vlastností je schopnost vyměňovat při styku s vodnými roztoky ionty, jež obsahují, za ionty obsažené v protékajícím roztoku. Ionexy rozdělujeme na katexy /vyměňují kationty/ a anexy /vyměňují anionty/. Velkou výhodou ionexů je schopnost jejich regenerace, takže zachycené ionty je možné opět vytěsnit přeléváním ionexu vhodným roztokem a po té ionex znovu použít.

Úprava tvrdosti vody. Tvrdost vody lze upravit katexy, neboť mohou zachycovat kationty vápníku a hořčíku a nahrazovat je kationty vodíku nebo sodíku. Jinak lze vodu změkčovat chemicky přidávkou různých činidel /soda, fosforečnany/, jež s vápenatými a s horečnatými ionty vytvářejí nerozpustné sloučeniny, které je možno odfiltrovat.

IV) Zabezpečení zdravotní nezávadnosti vody

Do této skupiny úprav patří desinfekce vody/ tj. odstranění choroboplodných zárodků a také odstranění jedovatých látek.

Odstranění choroboplodných zárodků se provádí fyzikálními a chemickými způsoby. Mezi fyzikální způsoby řadíme ozařování vody ultrafialovými paprsky/ popř. převařování vody/ jedná-li se o malá množství. Chemické způsoby úpravy zdravotní nezávadnosti vody jsou založeny na baktericidní schopnosti atomárního kyslíku, který se uvolňuje buď rozkladem ozonu /tzv. ozonizování vody/ anebo rozkladem kyseliny chlorné, vznikající z chlorového vápna přidávaného do vody /chlorování vody/.

Pokud jde o jedovaté látky, je v našich poměrech zapotřebí sledovat koncentrace arzenu a selenu, jež přicházejí z přírodního prostředí a koncentrace látek přecházejících z druhotných surovin jako je olovo, zinek, měď/chrom/ baryum/ rtuť, fenoly apod. Vlastní odstranění jedovatých látek se provádí většinou chemickou metodou a je specifické pro danou látku.

3.1.6. Hospodárnost využívání surovin

Hospodárné využívání surovin je jedním z nejdůležitějších úkolů naší ekonomiky. Náklady na suroviny tvoří až 70% vlastních výrobních nákladů, přičemž ceny surovin neustále stoupají. Z toho vyplývá/ že pokud jde o zvýšení hospodárnosti výrobního procesu/ jsou suroviny nejzávažnějším a nejvlivnějším činitelem a zvýšení efektivity výroby lze v mnoha případech dosáhnout jen snížením nákladů na jejich spotřebu. Ve všech výrobních procesech

je nutné se snažit o tzv. komplexní využití suroviny/ čili o vznik minimálního množství nezužitkovatelného odpadu. V některých výrobních procesech vzniká tzv. vratný odpad/ který je možno vrátit na začátek téhož výrobního procesu. Jestliže ve výrobním procesu vzniká odpad/ který v témže výrobním procesu nelze znovu použít, jde o tzv. nevratný odpad. Pro komplexní využití surovin má velký význam správné hospodaření s nevratným odpadem, neboť zde většinou jsou ještě skryté rezervy pro zvýšení hospodárnosti výroby. Jestliže nevratný odpad obsahuje látky národohospodářsky cenné, je zapotřebí nalézt takový výrobní proces, jímž by se tyto látky z něho výhodně vyráběly. V tom případě se odpad stává druhotnou surovinou. Ekonomicky využívat však můžeme i každý nevratný odpad. Je však nutné najít takový výrobní proces, v němž by tento odpad mohl být dále zpracován a přeměněn v hodnotné výrobky nebo alespoň v energii. Příkladem nevratného odpadu jsou piliny z dřevozpracujícího průmyslu. Dříve byly spalovány, dnes se zpracovávají spolu s umělými pryskyřicemi např. na umakart. Využívání nevratného odpadu nezvyšuje jen hospodárnost výroby, ale úzce souvisí i s otázkami bezpečnosti a hygieny; např. odpadní vody mnohých průmyslových závodů vypouštěné bez řádného čištění do řek, nejen že odnášejí řadu cenných látek, které by mohly být ještě využity, ale zároveň způsobují mnoho vážných škod - např. v chovu ryb nebo na vodních stavbách.

Ke sledování využití surovin po kvantitativní stránce se používá především ukazatelů - čistá spotřeba suroviny, měrná spotřeba suroviny a měrný výtěžek.

Čistá spotřeba suroviny je množství suroviny, které přešlo ve formě základní suroviny do hotového výrobku, anebo se podílelo nějakým jiným způsobem /např. jako zdroj energie/ na jeho výrobě.

Měrná spotřeba suroviny je množství suroviny na jednotku produkce.

Měrný výtěžek udává množství, vyrobeného produktu z jednotkového množství suroviny. Velikost měrného výtěžku a měrné spotřeby je ovlivňována řadou faktorů, především stavem a jakostí suroviny, její vhodností pro daný účel, způsobem jejího skladování a v neposlední řadě i technologickým postupem a s tím souvisejícím výrobním zařízením. Nízká technická úroveň výrobního zařízení, jakož i nesprávný technologický postup mohou měrnou spotřebu suroviny značně zvýšit. Naopak např. zavedení progresivní technologie může značně snížit množství odpadu a ztrát, a tím způsobit i lepší využití suroviny a snížení její měrné spotřeby. Správná volba všech uvedených faktorů je proto pro hospodárnost daného výrobního procesu velmi důležitá.

4. MATERIÁLY

4.1. Druhy materiálů a jejich volba

4.1.1. Rozdělení materiálů podle podílu na tvorbě výrobku

Materiály podle jejich podílu na tvorbě výrobku se člení na materiály základní a materiály pomocné.

Základní materiály jsou materiály, které se stávají přímou součástí výrobků. Zahrnují kovy, dřevo, beton, sklo, plasty, usně aj. Podle oblasti jejich použití mluvíme o materiálech strojírenských, stavebních, textilních, kožedělných apod.

Pomocné materiály pouze účinně spolupůsobí při vytváření výrobků, ale nestávají se jejich součástí /např. materiál odlévací formy při odlévání výrobků/.

Je třeba si uvědomit, že materiál plní v jednom případě funkci materiálu základního, může být v jiném případě materiálem pomocným a naopak.

Hlubší členění materiálových druhů je specificky odlišné pro každé výrobní odvětví.

4.1.2. Volba materiálu

V mechanických výrobcích volí materiál na výrobu konkrétního výrobku konstruktér po konzultaci s výtvarníkem, ergonomem, ekonomem, hygienikem, bezpečnostním technikem a dalšími odborníky. Optimálním materiálem je materiál, jehož použití je technicky možné a ekonomicky je nejvýhodnější.

Takový materiál proto musí v maximální míře především splňovat:

- * požadavky konstruktéra, který výrobek navrhuje se snahou o maximální technologičnost konstrukce/ tj. konstrukci, jejíž vlastnosti vyhovují rychlé/ hospodárné a jakostní výrobek umožňující uplatnit standardizaci/ progresivní technologii a proudovou výrobu; od materiálu vyžaduje hlavně patřičné Mechanické vlastnosti - jde-li např. o pracovní prostředky/ musí materiál zaručovat bezporuchovou funkci/ naprostou spolehlivost i v obtížných pracovních podmínkách a nenáročnost na údržbu

- * požadavky technologa/ který určuje jakými metodami/ na jakém výrobním zařízení a jakým nářadím bude konstruktérem navržený výrobek vyráběn, zkoušen a kontrolován; od materiálu vyžaduje patřičnou slévateľnost, obrobiteľnost/ svařitelnost apod.

- * požadavky ekonoma/ který usiluje o minimální náklady na materiál výrobku a jeho maximální vhodnost pro ekonomicky výhodné zpracování při maximální životnosti a minimálních udržovacích nákladech

* požadavky ergonomů, který dbá/ aby byly uvedeny do optimálního souladu vazby mezi člověkem a výrobkem a podporuje tak společenské úsilí o udržení národního zdraví.

Z uvedeného vyplývá/ že požadavky na materiál konkrétního výrobku jsou tak rozmanité/ že je nemůže splnit žádný materiál - každý má totiž své přednosti i nedostatky. V konkrétním případě je proto nutné provést na základě komplexního rozboru syntézu všech požadavků a volit často kompromisní/ ale přesto v souhrnu optimální řešení.

Má-li být konstruktér schopen vybrat materiál/ který by v maximální míře splňoval všechny uvedené požadavky/ musí dokonale znát funkci výrobku a použitelné výrobní technologie, současný stav svého oboru i trendy jeho vývoje. Jen za tohoto předpokladu může být výrobek na úrovni světového standardu - a to je velmi důležité. Jen skutečně dokonalé výrobky se totiž mohou uplatnit na zahraničních trzích. Při tom si musíme uvědomit, jak je ekonomicky stále důležitější/ aby výrobek byl svoji užitnou hodnotou nad světovým standardem. Vždyť je-li např. o 5 % nad světovým standardem/ je možné jej prodat až o 40% dražší než je současná světová cena; je-li však 5% pod světovým standardem/ je často obtížné jej prodat i za 70% světové ceny.

4.2. Přehled nejdůležitějších konstrukčních materiálů, jejich vlastností a zkoušení

4.2.1. Ocel

1) Složení oceli a její vlastnosti

Ocel je slitinou železa a uhlíku /max. 2%/ s dalšími prvky/ které se do oceli dostaly ze vsázky nebo byly záměrně přidány. Vyrábí se ze surového železa tzv. zkujňováním/ tj. oxidačním procesem/ při kterém se snižuje obsah C, Si/ P, S a dalších prvků/ které jsou příčinou křehkosti surového železa.

S rostoucím množstvím uhlíku v oceli se zvyšuje její pevnost/ tvrdost a kalitelnost, ale zhoršuje se tažnost, pevnost v ohybu a svařitelnost.

Fosfor a sra jsou považovány v oceli za škodlivé prvky. Fosfor zvyšuje pevnost, tvrdost, obrobitelnost a odolnost proti korozi, ale značně snižuje tažnost a vrubovou houževnatost. Součet objemů obou prvků je měřítkem čistoty oceli. U oceli obvyklých jakosti nemá přesahovat 0,13%.

Záměrným přidáváním prvků /legovací prvky/ kvůli dosažení požadovaných vlastností vznikají slitinové oceli. Např. níže uvedené legovací prvky zlepšují následující vlastnosti:

chrom /pevnost, tvrdost, prokalitelnost a odolnost proti korozi/ wolfram /pevnost v žáru, tvrdost a prokalitelnost/ vanad /tvrdost rychlořezných oceli/.

2) Rozdělení oceli a jejich značení

Oceli jsou nejdůležitějším strojírenským materiálem, významné místo však zaujímají i ve stavebnictví. Podle způsobu zpracování je dělíme na 2 skupiny:

- * oceli k tváření /oceli ingotové/,jež jsou určeny pro výrobu ingotů, které se zpracovávají na požadovaný tvar tvářením, tj. kováním nebo válcováním; zahrnuji oceli uhlíkové a oceli slitinově

- * oceli na odlitky, které se zpracovávají na požadovaný tvar odléváním; zahrnuji oceli uhlíkové /max. 0,6X C/ a oceli slitinové.

Podle chemického složení rozeznáváme:

- * uhlí kove oceli, tj. slitiny železa s uhlíkem o obsahu menším než 2X;obsahu-ji obvyklé množství doprovodných prvků bez dalších záměrně přidávaných prvků - jejich vlastnosti jsou dány především obsahem uhlíku. Protože však v oceli jsou i jiné prvky, byla dohodou stanovena určitá hranice, která se nesmí překročit, má-1 i být ocel považována za uhlíkovou. Podle ČSN nesmí v uhlíkové oceli překročit obsah : Mn - 0,9%, Si, Ni - 0,5%, Cr - 0,3%, U, Co - 0,2%, Ho, V, Ti, Al - 0,05%.

- * slitinové oceli, obsahující kvůli dosažení požadovaných vlastností záměrně přidávané prvky, a to v množství větším než bylo výše uvedeno; podle velikosti součtu množství legovacích prvků jsou oceli nízkolegované /do 5%/ ,oceli střednělegované /5 – 10%/ a oceli vysokolegované /nad 10%/.

Většina vyrobených oceli /cca 90%/ jsou oceli uhlíkové, zbývajících 10% připadá na oceli slitinové.

V závislosti na množství uhlíku se vyrábějí:

velmi měkké oceli max. 0,12 % C

měkké oceli max. 0,2 % C

středně tvrdé oceli max. 0,5 % C

Tvrdé oceli max. 0,8 % C

nástrojové oceli min. 0,9 % C

Měkké oceli jsou dobře tvárné za studena, tvrdší pouze za tepla. Množství uhlíku v oceli ovlivňuje stejným způsobem i svařitelnost oceli. Nejlépe svařitelné jsou oceli velmi měkké a měkké /nizkoughlikové oceli/, se vzrůstajícím množstvím uhlíku svařitelnost klesá.

a/ Oceli k tváření

Oceli k tváření lze mimo rozdělení podle chemického složení /oceli uhlíkové, oceli slitinové/ ještě rozdělit např. podle způsobu použití a podle jakosti.

b/ Oceli na odlitky

Tyto oceli se zpracovávají na požadovaný tvar odléváním do slévárenských forem*. Oceli se na oceli uhlíkové /0,1 - 0,6 % C/ a oceli slitinové.

Oceli na odlitky se značí číselnou značkou o šesti číslicích. První dvojčíslí je jednotně 42 /značí hutní skupinu/, druhé dvojčíslí je 26 /uhlíkové oceli / nebo 27 /slitinové oceli/ atd.

3) Ovlivňování vlastností oceli

Vlastnosti oceli lze ovlivnit legovacími prvky, tvářením /např. válcováním, kování, tažením/ nebo tepelným zpracováním, na které zaměříme svoji pozornost.

Tepelné zpracování se rozděluje podle výšky ohřevu a rychlosti ochlazování. Zahrnuje žhání, kalení, popouštění a chemické tepelné zpracování, např. cementování a nitridování.

Žhání je zahřátí oceli na teplotu 400 - 900°C a pozvolné ochlazování. Zmenšuje vnitřní pnutí /např. vlivem tváření nebo svařování/, snižuje tvrdost a zlepšuje obrobitelnost.

Kaleni spočívá v zahřátí oceli na kalící teplotu /cca 900°C/ a v prudkém ochlazení ponořením do chladicího prostředí. Uhlíkaté oceli se ponořují většinou do vody, slitinové oceli nejčastěji do oleje. Některé oceli, zvané samokalitelné, se zakalí 1 chlazením ve vzduchu. Kalením se zvýší tvrdost, pevnost, ale často i nežádoucí křehkost. Nadměrnou křehkost lze odstranit **popouštěním**. Kalení je účinné pouze u oceli s min. 0,35 % C.

Popouštění je ohřev zakalené oceli na teplotu 250 - 500°C, výdrž na této teplotě a pozvolné ochlazování. Výsledkem je odstranění vnitřního pnutí a především docílení vysoké houževnatosti.

Cementování je sycení povrchu nízkoughlikové oceli uhlíkem. Spočívá v zahřívání oceli na cca 900°C v uhlíkovém prostředí, takže uhlík přejde do povrchu ocelové součástky. Cementování oceli se provádí potíráním součástek pastami nebo nátěry a následným žháním v pecích, cementačním plynu, prášku nebo v lázni z roztavených solí. Vzniklá povrchová

vrstva je po zakalení velmi tvrdá, odolná proti opotřebení a má zvětšenou mez únavy /ozubená kola, čepy/.

Nitridování je sycení povrchu nízkouhlíkové oceli dusíkem, který tvoří se železem tvrdé nitridy. Provádí se v pecích, kde se při teplotě 500°C dusík uvolňuje ze čpavku. Nitridováním se dosáhne tvrdého povrchu součástky, zvýšené odolnosti proti otěru a zachování houževnatosti jejího vnitřku. Nitridované součástky se většinou nekalí, protože povrchová úprava je tak tvrdá, že nutnost kalení odpadá.

4.2.2. Litina

1) Složení litiny

Litina je dobře slévateľná slitina železa, uhlíku /2,0 - 6,7 %/, křemíku, manganu, fosforu a síry. Vzniká přetavením surového železa a přísad v kuplovně. Podle toho v jaké formě je přítomen uhlík, rozeznáváme šedou litinu /uhlík je vyloučen mezi krystaly železa v podobě černých lupínků grafitu/ a bílou litinu /veškerý uhlík je vázán na bílý cementit Fe₃C/. Protože je křehká, nelze ji tvářet, ale lze ji obrábět.

2) Druhy litiny a jejich použití

Šedá litina, která má pro slévárnictví největší význam, se vyznačuje nízkou lící teplotou a výbornou slévateľností, dobrou obrobitelností a schopností útlumu. Je levným konstrukčním materiálem, kterého se používá na odlévání tenkostěnných a tvarově složitých odlitků, které nejsou příliš mechanicky namáhány nebo vystaveny rázům.

Velmi kvalitním druhem šedé litiny je **tvárná litina**, obsahující legující prvky /křemík, hořčík, cer/ a vykazující vyšší tvárnost, pevnost a houževnatost.

Bílá litina vyniká neobyčejnou tvrdostí a proto se z ní vyrábějí součásti vystavené velkému mechanickému opotřebení.

Zvláštním druhem bité litiny je **temperovaná litina**, často označovaná jako litina kujná. Temperování spočívá v zahřátí odlitků uložených v temperovacích nádobách na cca 1000°C a následném postupném ochlazování na normální teplotu. Celý pochod probíhá v pecích a trvá 50 až 200 hodin. Temperováním se mění tvrdá a křehká bílá litina v litinu tvárnou a houževnatou. Odlitky z temperované litiny se používají na středně namáhané součásti /hrubé nástroje, hospodářské stroje, dopravní prostředky/.

I když litina vykazuje podstatně menší pevnost a vrubovou houževnatost než ocel, nahrazují odlitky z tvárných litin /v případech, kdy nejsou vysoká pevnost a houževnatost

nutné/ stále ve větší míře ocelové odlitky. Přínosem této záměny jsou úspora kovů, elektrické energie, pracovní a zvýšení produktivity práce.

4.2.3. Hliník a jeho slitiny

1) Hliník

Pod pojmem čistý hliník se rozumí kov se stupněm čistoty 99,0 - 99,9X, získaný většinou z bauxitu hutní výrobou. Zbytek tvoří příměsi dalších prvků /Si, Fe, Zn, Cu, Ti aj./.

Hliník se označuje stupněm čistoty udávaným za značkou prvku. Nejrozšířenější je Al 99,5. Je lehký 2 700kg-m³/, tvárný, stálý na vzduchu i ve vodě, dobře vede teplo a elektrinu /60 % vodivosti mědi/.

Hliník se používá především v elektrotechnickém průmyslu a strojírenství, důležitý je však i pro stavebnictví /např. obvodové pláště/, potravinářský průmysl /obalový materiál, / a další průmyslová odvětví.

Nedostatkem hliníku je nižší pevnost v tahu i tlaku, která znemožňuje jeho použití na exponované konstrukce. Proto se převážná část produkce hliníku spotřebuje na výrobu slitin, které vykazují vyšší pevnost a jsou schopny nahradit jiné kovy, někdy i ocel /konstrukce jeřábů, lodí, letadel/.

2) Hliníkové slitiny a jejich použití

Hliníkové slitiny vznikají přidáním legujících přísad /Cu, Mg, Si, Zn, Mn/ k čistému hliníku. Přínosem legování je zvýšení pevnosti a zvýšení meze pružnosti, avšak zároveň snížení odolnosti vůči korozi a vyšší křehkost.

Hliníkové slitiny se označují značkou hliníku, za kterou následují značky jednotlivých hlavních legujících přísad /obsah přísad v procentech se udává za značku příslušného kovu, např. Al Mg3/.

Al Mg3 je jednou z nejrozšířenějších slitin hliníku. Nachází uplatnění nejen při výrobě plechů a za studena tvarovaných profilů, ale lze ji použít jako materiál i pro výrobu protlačovaných profilů.

Al Cu4 Mg1 /tzv. dural/ je nejpevnější slitinou hliníku, ale proti korozi je méně odolná než čistý hliník. Proto se plechy určené na konstrukci letadel plátují hliníkovou fólií.

Důležitou otázkou při návrhu konstrukci z hliníku a jeho slitin je znalost chování těchto materiálů ve styku s jinými kovy. Hliník a jeho slitiny, vzhledem k vysokému elektrochemickému potenciálu, podléhají ve styku s některými kovy /ocel, měď, olovo a jiné/

ve vlhkém prostředí galvanické korozi. Je proto nutné oba materiály od sebe oddělit. Nejjednodušším opatřením je povrchová úprava styku nátěry nebo vložkami z plastů.

Širšímu uplatnění hliníku - i přes dostatek surovin, kterých je nesrovnatelně více než železných rud - brání jeho nákladná výroba, způsobená vysokou spotřebou elektrické energie /cena hliníku cca 10x převyšuje cenu oceli/. Obrat lze očekávat až po přechodu na lacinější zdroj energie.

4.2.4. Měď a její slitiny

1) Měď

Měď je kov růžové barvy, tvárný, kujný, tažný a odolný proti korozi. Dobře se pátí a je po stříbru nejlepším vodičem tepla a elektřiny. Na vzduchu, který obsahuje vlhkost a různé nečistoty /např. SO_2 /, se na jeho povrchu vytváří zelený povlak, tzv. měděnka. Technická měď obsahuje 0,1 až 0,5% příměsí dalších prvků. Škodlivou příměsí je především olovo a vizmut, který způsobuje křehkost mědi. Med je po hliníku nejdůležitějším a nejpoužívanějším barevným kovem. Používá se hlavně v elektrotechnice, strojírenství, chemickém a potravinářském průmyslu.

2) Slitiny mědi a jejich použití

S četnými kovy tvoří měď slitiny. Pro technickou praxi mají největší význam mosazi a bronz.

Mosazi jsou slitiny mědi a zinku. Množství zinku nesmí překročit 50%, jelikož vyšší množství zinku způsobuje přílišnou tvrdost a křehkost slitiny. Nejpoužívanější je mosaz se 70% mědi /Ms 70/. Mosazi, obsahující min. 80% Cu, se nazývají tombaky.

V průmyslu se používá i speciálních mosazi, které obsahují mimo mědi a zinku i jiné prvky, např. Fe, Al, Ni, Pb, Mn a jiné v max. množství 7,5 %. Tyto mosazi se vyznačují vyšší pevností, vyšší odolností proti korozi a menší obrusností. Používají se k výrobě šroubů, per, ozubených kol.

Bronzy jsou všechny slitiny mědi, které neobsahují zinek jako hlavní legovací přísadu. Název bronzu je odvozen od hlavního legovacího kovu, a to bez zřetele k přítomnosti dalších kovů /např. cínový bronz Cu – Sn6/. Vyznačují se pevností, tvrdostí a velmi dobrou slévateľností. Používají se ve strojírenství k výrobě součástek, které jsou namáhány velkými tlaky a k výrobě součástek, které mají vzdorovat mechanickému opotřebení /ložisková pouzdra, ozubená převodová kola apod./.

Závěrem lze konstatovat, že výroba hliníku a mědi roste rychleji než výroba všech ostatních kovů. Nejde o náhodný krátkodobý jev, ale trvalou vývojovou tendenci

Velmi používanou slévarenskou slitinou je **silumin**, což je slitina Al Si 13, číselné označení 42 4330. Taví se při teplotě 577 °C. Těsně před litím je nutno slitinu očkovat, tj. přidat do roztaveného kovu přísadu max. 0,1 % kovového sodíku nebo jeho sloučeniny. Bez očkovaní by byla struktura značně hrubá a odlitek křehký. Hustota siluminu je 2,65 kg/dm³, tedy menší než čistého hliníku. Silumin je výborně slévatelný a dobře odolává různým korozním vlivům, je však špatně obrobitelný. Zlepšení mechanických vlastností siluminu se dosáhne menší přísadou hořčíku, která umožní vytvrzování slitiny (číselné označení 424331). Vytvrzovatelný silumin se hojně používá na skříň leteckých a vznětových motorů, na součásti v automobilovém a leteckém průmyslu apod., zejména na složité a tenkostěnné odlitky.

4.2.5. Hořčík

Hořčík se zatím u nás nevyrábí, ale k jeho výrobě máme dostatek surovin, zejména magnezit a dolomit. Výchozí surovinou k výrobě hořčíku je také mořská voda, obsahující asi 0,14 % Mg.

Hořčík se vyrábí buď elektrolýzou při 700 až 750 °C a rafinací, nebo silikotermickou redukcí vypáleného dolomitu křemíkem v podobě ferosilicia asi při 1 200 °C. Hořčík získaný silikotermickou redukcí je mnohem čistší než hořčík vyrobený elektrolyticky a nemusí se rafinovat.

Tab. 19 Vlastnosti hořčíku

Hustota (kg/dm ³)	1,74
Teplota tavení (°C)	650
Elektrická vodivost (Ω)	22,4
Pevnost (MPa)	100 až 200
Tvrdost HB	40
Tvárnost za tepla	dobrá
Tvárnost za studna	ořízná
Slévatelnost	omezená
Svaritelnost	výžaduje opatření
Plavitelnost	něle plyn
Odolnost proti korozi	mala

Dodávaný hořčík má čistotu 99,9 %, jeho hustota je 1,74 kg/dm³, teplota tavení 650 °C. Pevnost litého hořčíku je asi 100 MPa, tvářeného asi 200 MPa (tab. 19).

Hořčík a jeho slitiny mají mnohem menší odolnost proti povětrnostním a chemickým vlivům než hliník. Zvláště malá je jejich odolnost proti mořské vodě. Hořčík má velkou

afinitu ke kyslíku, a proto je dobrým dezoxidovadlem. Ke konstrukčním účelům se čistý hořčík nehodí.

1) Slitiny hořčíku

Ze slitin hořčíku je nejznámější tzv. elektron, nejčastěji se 3 až 10% hliníku, obsahující též zinek a mangan. Mangan se přidává do každé hořčíkové slitiny, aby se zvětšila odolnost proti korozi a zmenšila vznětlivost. Hustota slitin hořčíku je asi 1,8 kg/dm³.

Hořčíkové slitiny jsou velmi dobře obrobitelné a při jejich obrábění je možno volit největší rezné rychlosti. Při obrábění je nutno pamatovat na dobré odvádění třísek a chlazení stlačeným vzduchem. Dílny, kde se obrábějí slitiny hořčíku, se musí řídit přísnými bezpečnostními předpisy (protipožární ochrana). Nebezpečný je zejména prach vznikající při broušení apod., který musí být dobře odsáván.

Svařování slitin hořčíku je obtížnější než u hliníku a jeho slitin. Pájení slitin hořčíku není možné. Vhodným způsobem spojování je nýtování.

Odolnost slitin hořčíku proti korozi lze zvětšit chromátováním. Je to moření dobře odmaštěných součástí v roztoku asi 15 % dvojchromanu draselného nebo sodného, 20% koncentrované kyseliny dusičné a 65% vody po dobu 15 až 40 sekund. Mořením se vyloučí na povrchu součásti žlutá sloučenina chromu, která chrání kov proti povětrnostním vlivům a tvoří dobrý podklad pro nátěry.

Slitiny hořčíku jsou buď tvářené, nebo slévárenské.

4.2.6. Titan

Sloučeniny titanu jsou po sloučeninách hliníku, železa a hořčíku v zemské kůře nejrozšířenější (zemská kůra obsahuje asi 0,7% Ti). Titan se obvykle vyrábí rozkladem chloridu titaničitého hořčíkem ve vakuu nebo v argonu při teplotě max. 950 °C. Získá se pórovitý houbovitý titan, který se přetavuje ve vakuu nebo v argonu.

Hustota titanu je 4,5 kg/dm³, teplota tavení 1665 °C. Na mechanické vlastnosti má velký vliv čistota titanu, zejména množství rozpuštěných plynů. Pevnost v tahu ve vyžíhaném stavu je 460 až 770 MPa při tažnosti 15 až 25 %. Dráty tažené za studena mají pevnost 830 až 1 340 MPa. Ohřevem pevnost rychle klesá.

Tváření za tepla se děje při teplotě 870 až 980 °C. Doba ohřevu má být pokud možno krátká, neboť titan snadno přijímá při vyšších teplotách plyny, hlavně O₂, N₂ a H₂, které působí jeho zkřehnutí. Tvárnost titanu za studena je dobrá. Aby se odstranilo zpevnění, žihá se titan při 650 až 700 °C asi po dobu 1 h s ochlazením na vzduchu.

Svařování titanu elektrickým obloukem se provádí v argonu. Svary se svou jakostí vyrovnají základnímu kovu. Obrobitelnost titanu není příliš dobrá vzhledem k jeho malé tepelné vodivosti. Titan je značně odolný proti korozi. Je velmi odolný proti povětrnostním vlivům a proti mořské vodě. Předností titanu je, že koroze postupuje po celém povrchu rovnoměrně, zřídka se setkáváme s místní korozí, např. mezikrystalovou, bodovou.

1) Slitiny titanu

Tyto materiály se svými pevnostními vlastnostmi podobají oceli, jejich hustota je však mnohem menší. Některé slitiny titanu mají dokonce větší pevnost než ocel. Odolnost titanu a některých jeho slitin proti korozi předčí v některých případech odolnost korozivzdorných ocelí. Slitiny titanu mají proti čistému titanu obvykle větší pevnost, zejména při vyšších teplotách.

Slitiny a obsahují vždy hliník. Bývá ho až 8 %. U většiny slitin a jsou ještě další přísadové prvky, např. cín. Slitiny a jsou dobře svařitelné, tavné svařování se děje v argonu. U nás byla vyvinuta slitina Ti A15 Sn3, z níž se vyrábějí hlavně plechy, ale také kovají lopatky pro velké parní turbíny.

Velký význam mají slitiny a + 0, a to zejména slitiny obsahující kromě jiných prvků vždy hliník. Pevnost slitin a + /? za normální teploty je větší než u slitin a lze ji dále zvětšit tepelným zpracováním, a to vytvrzováním, které se děje rychlým ochlazením a popouštěním. Nejvíce se používá slitiny Ti A16 V4, která byla vyvinuta u nás.

Slitiny /? jsou dobře tvárné za studena, jsou vytvrzovatelné a obtížněji svařitelné. U nás byla vyvinuta slitina Ti VI3 Cr 11 A14.

Titan a jeho slitiny se u nás používají v chemickém a farmaceutickém průmyslu, na lopatky parních turbín, v leteckém průmyslu, na stavbu letounů i motorů pro své dobré mechanické vlastnosti až asi do 500 °C, kdy již není možno použít hliníku a jeho slitin.

4.2.7. Nikl

Hustota niklu je 8,9 kg/dm³, teplota tavení 1 453 °C. Pevnost litého niklu je 300 až 340 MPa, válcovaného a žíhaného asi 450 až 500 MPa. Nikl je dobře tvárný za tepla i za studena (tab. 21). Tažením válcovaného niklu je možno jeho pevnost až zdvojnásobit. Nikl je feromagnetický až do teploty 356 °C. Dobře odolává povětrnostním vlivům. Je velmi odolný za vyšší teploty. Dá se používat na vzduchu až do teplot 800 °C, aniž by významněji oxidoval. Přídavkem chromu jeho žárovzdornost (tj. schopnost odolávat oxidaci) stoupne až asi na 1 300 °C.

Téměř polovina světové výroby niklu se spotřebuje do slitinových ocelí. Nikl se hodně používá ve vakuové elektrotechnice. V alkalických akumulátorech je kladná deska niklová, záporná deska železná. Další použití má v chemickém a potravinářském průmyslu, na lékařské nástroje, k niklování atd.

Vzhledem k tomu, že nikl je u nás deficitním kovem, je jeho použití značně omezováno. To se týká především povrchové ochrany, méně již tam, kde se využívá jeho fyzikálních nebo mechanických vlastností při normální i zvýšené teplotě, nebo kde tvoří přísadu k důležitým technickým slitinám železa a neželezných kovů.

Vlastnosti niklu

Hustota (kg/dm ³)	8,90
Teplota tavení (°C)	1083
Elektrická vodivost (S)	25
Pevnost (MPa)	220
Tvrdost HB	50
Tvárnost za tepla	velmi dobrá
Tvárnost za studena	velmi dobrá
Slévateľnosť	dobrá
Svařitelnost	dobrá
Pájateľnosť	velmi dobrá
Odolnosť proti korozi	velmi dobrá

4.2.8. Olovo.

Získává se z rud nejčastěji ze sulfidových, což je např. leštěnec olověný neboli galenit. Pražením sulfidů se získávají oxidy, které se redukuje v šachtových očích na surové olovo čistoty asi 92 %. Rafinací se získá olovo rafinované. U nás se dobývá v Příbrami Naše olověné rudy, obsahující též stříbro, jsou zpracovávány v huti v Příbrami, výroba však nekryje naši potřebu.

Hustota olova je 11,34 kg/dm³, teplota tavení 327 °C, pevnost v tahu asi 15 MPa. Olovo je tedy velmi měkké a tvárné (tab. 22). Je dobře slévateľné, obrobiteľné, nedá se však dobře pilovat, neboť se maže. Odolnost olova proti korozi je značná.

Tab. 22. Vlastnosti olova

Hustota (kg/dm ³)	11,34
Teplota tavení (°C)	327
Elektrická vodivost (S)	4,75
Pevnost (MPa)	15
Tvrdost HB	3
Tvárnost za tepla	velmi dobrá
Tvárnost za studena	velmi dobrá
Slévateľnosť	velmi dobrá
Svařitelnost	velmi dobrá
Pájateľnosť	velmi dobrá
Odolnosť proti korozi	velmi dobrá

Na vzduchu se rychle pokrývá šedou vrstvou oxidů, která ho chrání před další korozí. Ve styku s měkkou vodou a s vodou s větším množstvím CO₂ tvoří se na povrchu vlivem kyslíku hydroxid olovnatý, který je jedovatý a ve vodě rozpustný. Proto se olovené vodovodní trubky musí chránit buď vrstvou cínu tloušťky 0,5 až 1 mm, jak se to dělá u nás, nebo je možné šíření vnitřního povrchu, čímž se vnitřní povrch opatří vrstvou sulfidu olovnatého chemickou cestou. Olovo se dá dobře tvářet, svařovat a pájet.

V ČSN jsou uvedeny různé druhy olova. Olovo s největší čistotou 99,99 až 99,95 % se používá na výrobu tzv. tvrdého olova (s přísadou Sb) pro akumulátory, na pláště kabelů, na trubky a plechy pro kyselinovzdorné obložení v chemickém průmyslu. Méně čistého olova 99,9 % se používá na výrobu pájek, kompozic, kabelových plášťů apod. Olovo o čistotě 99,5% je vhodné pro přípravu kalicích lázní, na vodovodní těsnění, na výrobu kompozic, na výplně střel apod. Kromě normalizovaného olova se používá olovo přetavené ze starého materiálu o čistotě 98,5 % Pb.

Velké hustoty olova se využívá k výrobě protizávaží a k vyvažování různých mechanismů, jako jsou např. setrvačníky. Při své dobré slévateľnosti olovo snadno vyplňuje i malé díry vyvrtané pro vyvážení. Velmi vysoká atomová hmotnost předurčuje olovo a jeho sloučeniny k ochraně před rentgenovým i radioaktivním zářením. Ze směsi práškového olova a plastu v prášku se lisují různé strojní části, např. setrvačníky. Práškové olovo slouží jako plnidlo. Směsi práškového olova a parafinu se dá použít jako ochranných vrstev proti radioaktivnímu záření.

Slitina olova s antimonem a cínem je liteřina používaná na lití písmen v tiskařství. Antimonu v ní bývá asi 5 %, cínu 2 až 20 %. K slitinám obsahujícím větší množství olova patří i nízkotavitelné slitiny, např. Woodův kov, s 25 % Pb, 12,5% Sn, 50% Bi, 12,5% Cd, který se taví při 60 °C. Důležité slitiny olova jsou kompozice a měkké pájky.

Vlastnosti olova

Hustota (kg/dm ³)	11,35
Teplota tavení (°C)	327
Elektrická vodivost (S)	2,75
Pevnost (MPa)	15
Tvrdost (HB)	3
Tvárnost za tepla	velmi dobrá
Tvárnost za studena	velmi dobrá
Slévateľnost	velmi dobrá
Svařitelnost	velmi dobrá
Pájitelnost	velmi dobrá
Odolnost proti korozi	velmi dobrá

4.2.9. Zinek.

Zinek se v přírodě vyskytuje nejčastěji v sulfidech oxidech a uhličitanech. Z rud se pražením získá oxid zinečnatý, z něhož redukcí při teplotě 1200 až 1300 °C se získá plynný zinek, který kondenzuje v surový zinek čistoty 97 až 98 %. Rafinací surového zinku několikanásobnou destilací se získá zinek čistoty až 99,9 %. Dnes se ve velké míře používá k výrobě zinku elektrolýzy, která dosavadní pochody postupně vytlačuje. Elektrolýza se provádí v dřevěných vanách, chráněných olověnými plechy. Elektrolytem je vylouhovaný a vyčištěný, zinkem bohatý roztok síranu zinečnatého, anodou jsou olověné desky, katodou hliníkový plech. Elektrolytický zinek se usazuje na katodě a během 12 až 24 h se získávají zinkové desky tloušťky 2 až 4 mm, které se přetavují a získává se tak zinek čistoty nejméně 99,99 %.

Hustota zinku je asi 7,13 kg/dm³, teplota tavení 419 °C. Pevnost litého zinku bývá kolem 30 MPa, tvářeného kolem 150 až 200 MPa (tab. 23). Při normální teplotě je zinek křehký, při teplotě 100 až 150 °C se dá kovat, válcovat a táhnout, při 200 °C je zase křehký. Obrobitelnost zinku je špatná, neboť se maže, dá se však dobře slévat a pájet. Odolnost zinku proti povětrnostním vlivům je dobrá. Na suchém vzduchu je skoro stálý. Proti všem kyselinám i zásadám je zinek málo odolný.

. Vlastnosti zinku

Hustota (kg/dm ³)	7,13
Teplota tavení (°C)	419
Elektrická vodivost (S)	16,8
Pevnost (MPa)	150 až 300
Tvrdost HB	31
Tvarnost za tepla	dobrá
Tvarnost za studena	dobrá teprve po protváření
Slevatelnost	velice dobrá
Svařitelnost	lze svařovat, ale nesvařuje se
Pájitelnost	dobrá
Odolnost proti korozi	rozna

Použití zinku jako technického kovu je značné. Nejvíce zinku se spotřebuje na pozinkování kovů, především oceli, a na výrobu slitin. Ze slitin jsou to především slitiny na lití pod tlakem, a pak mosazi. Zbývající část zinku se spotřebuje jednak ve stavu tvářeném jako plechy, pásy a dráty, jednak jako zinkový prach a zinkové sloučeniny (zinková běloba).

4.2.10. Cín

Získává se redukcí z cínových rud. Surový cín se rafinuje přetavováním a dodávané druhy cínu mají čistotu 98 až 99,9 %. Cín je znám ve dvou modifikacích. Většinou se vyskytuje jen v modifikaci

P (bílý cín). Taje stálá nad teplotou 13 °C, kdežto pod touto teplotou je stálá modifikace α (šedý cín), což je šedý nevzhledný prášek. Tato přeměna však probíhá velmi zvolna. Jen trvá-li přechlazení velmi dlouho, nebo byl-li cín β nakažen cínem α , nastává tato překrystalizace (cínový mor).

Hustota bílého cínu je 7,3 kg/dm³, teplota tavení 232 °C. Pevnost litého cínu je kolem 30 MPa (tab. 24). Na vzduchu je cín velmi odolný. Je dobře slévateľný a velmi dobře tvárný. Za studena ho lze válcovat na fólie zvané staniol, tloušťky menší než 0,01 mm. Válcují se svazky plechů; plechy jsou vzájemně od sebe odděleny olejovou vrstvou.

Vlastnosti cínu

Hustota (kg/dm ³)	7,3
Teplota tavení (°C)	232
Elektrická vodivost (S)	8,7
Pevnost (MPa)	30
Tvrdost HB	5
Tvárnost za tepla	dobrá
Tvárnost za studena	dobrá až velmi dobrá
Slévateľnost	velmi dobrá
Svařiteľnost	nesvařuje se
Pájitelnost	velmi dobrá
Odolnost proti korozi	velmi dobrá

Nejvíce cínu se spotřebuje k výrobě pocínovaných (bílých) plechů. Dříve se bílé plechy cínovaly jen v lázni roztaveného cínu a tohoto způsobu se používá pro tlustší povlaky dodnes. Stále více se však používá plynulého galvanického pocínování, a to především ocelových pásů. Nanáš se cínová vrstva o tloušťce 0,0004 až 0,0015 mm, což odpovídá hmotnosti 3 až 12 g/m² na jednu stranu. Ovšem vrstvy jsou vždy matné a pórovité a aby se dosáhlo bezpórovitého a lesklého povlaku, musí se natavovat. Tím se zlepší lesk, světelná odrazivost, přilnavost povlaku a schopnost pájení plechu. Elektrolytického pocínování se používá k pocínování elektrotechnických součástí. Výhodné je, že lze dosáhnout libovolných tloušťek, neboť někdy je třeba, aby byly větší než při máčení do lázně roztaveného cínu. Značné množství cínu se spotřebuje i k výrobě slitin, např. měkkých pájek, kompozic aj.

4.2.11. Kompozice

Jsou to slitiny určené k vylévání pánví kluzných ložisek strojů pracujících při velkých rychlostech a menších tlacích. Jestliže tlak nebo otáčky jsou příliš velké, nebo selhalo-li mazání, nepřivaří se pánev k hřídeli, ale ložiskový kov vyteče. Porucha to sice je, ale lze ji snadno napravit. Kompozice mají být měkčí než hřídel, aby se hřídel příliš neopotřebovával. Uvedeným požadavkům ve značné míře vyhovují kompozice, u nichž jsou v měkké základní hmotě uloženy tvrdé nosné krystaly. Jejich základní složkou je buď cín, nebo olovo s přísadou cínu. Podle toho jsou kompozice cínové a olověné. Cínové kompozice obsahují asi 84 % Sn, 10 % Sb a 6 % Cu, olověné asi 75% Pb, 15 % Sb a 10% Sn. Dnes se místo kompozic volí výstelky z olověného bronzu nebo v poslední době ze slitiny Al Sn20.

4.2.12. Pájky

Jsou důležitý pomocný materiál k spojování kovů pájením. Při pájení zůstávají oba spojované kovy v tuhém stavu a taví se pouze pájka, která vyplní mezeru mezi styčnými plochami součástí. Pájky používané ve strojírenství a v elektrotechnice se dělí na měkké a tvrdé.

Měkké pájky jsou slitiny olova a cínu s nízkou teplotou tavení do 500 °C a dobrou schopností pájet některé kovy a slitiny. Jsou vhodné k pájení mědi,

slitin mědi, zinku, olova, oceli a některých dalších kovů a slitin. Podmínkou dobré přilnavosti je ovšem kovově čistý povrch pájených kovů.

Tvrdé pájky jsou buď mosazné, k pájení ocelí a mědi, nebo stříbrné (typu Cu Zn Ag, Cu Ag Zn a Ag Cu Zn) k pájení mosazí, bronzů, niklu aj. a zejména spojů vedoucích elektřinu. Tvrdé pájky mají teplotu tavení mezi 650 až 950 C.

4.2.13. Ostatní důležité technické kovy

Kobalt se svými vlastnostmi podobá niklu, jež doprovází v rudách. Má hustotu 8,90 kg/dm³, bod tání 1495 C. Čistého kobaltu se téměř nepoužívá, většinou to bývá přísadový kov do nejrůznějších slitin. Ve strojírenství je důležitá litá slitina stellit. Mívá např. asi 1,1 až 2,4% C, 45 až 65% Co, 25 až 30% Cr, 3,5 až 15% W a popř. další přísady, např. Fe. Je to tvrdá slitina, odolná proti opotřebení a korozi i za vyšších teplot. U nás je znám pod názvem reál.

Kobalt je důležitou přísadou žárovevých a žárovzdorných slitin pro vysoké teploty, jichž lze použít do 800 až 850 C. Jsou to zejména slitiny na tryskové letecké a raketové motory. Kobalt je důležitým přísadovým prvkem i u rychlořezných ocelí, slinutých karbidů aj.

Wolfram má k porovnání s jinými kovy neobvykle vysokou teplotu tavení (3 380 °C). Z wolframu se zhotovují součásti pracující při nejvyšších teplotách. Zpracovává se dosti obtížně a je drahý (tab. 26).

Největší část vyrobeného wolframu se spotřebuje jako legujícího prvku v různých ocelích. V konstrukčních ocelích může wolfram nahradit deficitní molybden, v ocelích nástrojových je důležitou karbidotvornou přísadou. V rychlořezných ocelích bývá obsah wolframu 9 až 18% (někdy i 22%) a v ocelích žárovevných až 3 %. Další oblast použití je prášková metalurgie. Wolfram je základem při výrobě litých a slinutých tvrdých kovů, ve kterých je přítomen jako karbid.

Molybden má teplotu tavení 2630 °C (tab. 27). Lze ho mnohem snadněji zpracovat a je levnější než wolfram. Molybden je základem důležitých žárovevných slitin. Jsou to slitiny s niklem, slitiny s wolframem, používané tam, kde vlastnosti čistého molybdenu již nevyhovují. Molybden je důležitým přísadovým kovem v četných komplexních slitinách s chromem, wolframem, niklem, kobaltem, které jsou určeny především na výrobu součástí pracujících za velmi vysokých teplot. Slitina molybdenu a 30% wolframu pro nástroje na lití pod tlakem má životnost až Stokrát větší než dosud používané nástrojové oceli. V práškové metalurgii je molybden často základem důležitých výrobků, jako jsou slinuté kovy, elektrické kontakty a materiály pro vysoké teploty.

Antimon se vzhledem podobá zinku, je však tvrdý a velmi křehký. Bod tání je 630 °C. Používá se ho jako přísady do slitin olova k zvýšení tvrdosti a pevnosti a do ložiskových slitin (kompozic).

Vizmut má bílou barvu, je měkký a křehký. Bod tání je 271 °C. Používá se hlavně jako přísada do nízkotavitelných slitin a pájek.

Berylium má hustotu pouze 1,82 kg/dm³ a přitom vysokou teplotu tání 1315 °C. Též mechanické vlastnosti, zejména za vysokých teplot, a odolnost proti korozi jsou vynikající. Elektrická a tepelná vodivost jsou vysoké. Proto je berylium ve stavbě raket, letadel, přístrojů i v jiných případech sotva nahraditelné. Jako přísada k jiným kovům dovoluje dosáhnout zcela mimořádných kombinací různých vlastností v jednom materiálu. Ve stavbě atomových reaktorů má důležité místo. Berylium je však vzácné, obtížně se vyrábí a zpracovává, je proto drahé.

Kadmium se podobá zinku. Je bílé barvy a velmi měkké. Bod tání je 320,9 °C. Kadmium má určité vlastnosti vhodné pro jadernou techniku. Je součástí snadno tavitelných slitin a pájek, i tvrdých pájek stříbrných.

Chrom je velmi tvrdý bílý lesklý kov. Hustota je 7,14 kg/dm³, bod tání asi 1910 °C. Má zcela mimořádnou odolnost proti korozi a řada silných chemických činidel ho nenapadá. Je též neobyčejně žáropevný a žárovzdorný. Chrom je velmi důležitou legovací přísadou do mnoha ocelí. Pro tyto účely se používá v podobě ferochromu. Použití čistého chromu ve tvaru galvanicky vyloučených povlaků, zejména na oceli, je známé. Použití kovového chromu pro konstrukční účely brání kromě jiného křehkost. Teprve v poslední době byly vyřešeny metody tak účinných rafinací (odstranění C, O, N, P, S a jiných nečistot až na tisícin %) a metody tváření, že lze vyrobit polotovary (plechy, tyče aj.) např. pro použití za vysokých teplot a velkého mechanického namáhání.

Vanad je velmi podobný chromu. Používá se ho jako přísady k legovaným ocelím, kde má řadu různých příznivých účinků, např. vázání nečistot, zlepšení mechanických vlastností, zjemnění zrna apod. Samotný čistý vanad nemá zvláštní použití v technické praxi.

Mangan má bod tání 1245 °C. Hlavní oblastí použití je ocelářství. Například mangan váže (zneškodňuje) v oceli kyslík, síru a jiné škodliviny. Jako legující přísada (obvykle v podobě feromanganu, tj. slitiny se železem) zlepšuje mechanické i jiné vlastnosti. Význam má též ve slitinách s neželeznými kovy, např. s mědí.

Práškové kovy

Tímto pojmem se označuje jednak výroba kovových prášků, jednak následující zpracování těchto prášků (nejprve působením tlaku, a potom ohřevu) na užité předměty. Prášková metalurgie umožňuje výrobu i vysoce tavitelných kovů (např. wolframu), jež obvyklými způsoby, tj. za použití tavení, nelze zpracovávat, protože neexistuje pro ně vhodný materiál na taviči kelímky. Práškovou metalurgií se vyrábějí také pórovité kovové předměty, např. samomazná ložiska nebo kovové filtry. Prášková metalurgie umožňuje získat rovněž tzv. pseudoslitiny (tj. nepravé slitiny) tím, že se slinuje směs prášků dvou kovů, jež jsou ve stavu tekutém vzájemně nerozpustné a tedy netvoří slitiny, např. měď a wolfram. Prášková metalurgie umožňuje vyrobit slinutím kostru z wolframu a její póry potom vyplnit roztavenou mědí. Rovněž slinuté karbidy, jež jsou nejvhodnějším materiálem na řezné a lisovací nástroje, lze vyrábět jedině práškovou metalurgií. Tak lze vyrábět jen součásti menších rozměrů a tvarů vhodných pro lisování.

Postup při výrobě slinutých kovů

a) Výroba kovových prášků

Výchozím materiálem jsou prášky kovů, které se vyrábějí různými způsoby:

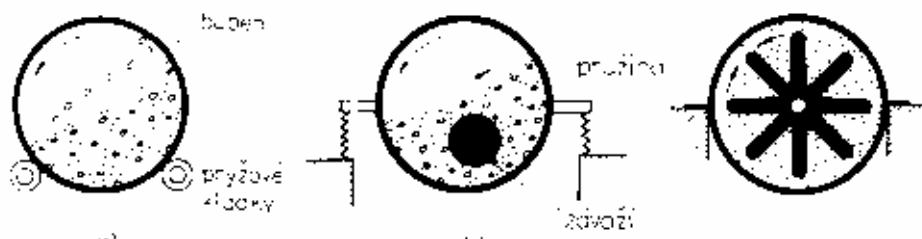
- Redukcí práškového oxidu kovu, např. u vysokotavitelných kovů wolframu, molybdenu, Tantalu a niobu.

- Rozkladem některých sloučenin kovů, např. niklu $\text{Ni}(\text{CO})_4$, kobaltu $\text{Co}(\text{CO})_4$.

- Elektrolýzou roztavených solí kovů nebo elektrolýzou vodných roztoků kovových solí.

- Kondenzací par kovů, např. u zinku.

- Mechanicky: Křehké kovy a slitiny se melou v mlýnech. Kulový mlýn (obr. 52a) je otáčející se buben, do něhož jsou volně nasypány mlecí koule a materiál určený k rozemletí. Mnohem výkonnější jsou moderní vibrační mlýny (obr. 52b), kde buben je nesen pružinami a neotáčí se, ale i se svým obsahem uváděn do rychlého kmitavého pohybu. Tvárné kovy se melou v tzv. vířivých mlýnech (obr. 52c), kde v pevném bubnu otáčením vrtulí vzniká vír a částice mletého kovu jsou jím proti sobě vrhány a rozmělnovány.



Mlýny na mletí prášků

- Granulací

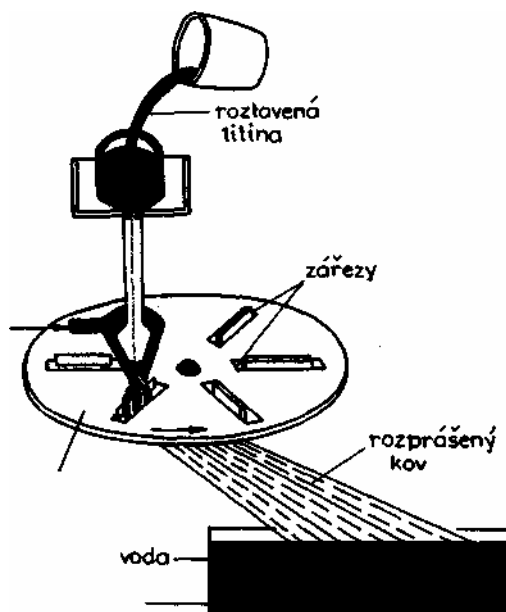


Schéma rozprašování roztavené litiny otáčejícím se kotoučem

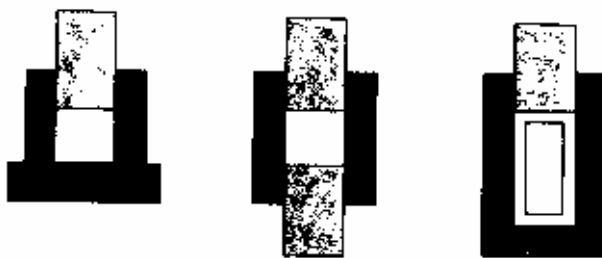
b) Zpracování kovových prášků

Kovový prášek se nejprve nasype do dutiny lisovacího nástroje a slisuje se velkým tlakem na požadovaný tvar (obr. 54). Tím se zhustí a částice se k sobě přiblíží tak, až v místech vzájemného styku sousedních částic začíná vznikat kovové spojení působením meziatomových sil. Výlisek je velmi pórovitý a má nepatrnou soudržnost (asi jako křída).

Při slinování neboli spékání, které následuje po lisování, se styčné plošky mezi jednotlivými částicemi zvětšují, tj. sousední částice srůstají. Slinování je výsledkem difúze atomů, tj. jejich přemísťování jak podél povrchu kovových částí, tak i uvnitř krystalové mřížky. Podmínkou této difúze je ohřev na dostatečně vysokou teplotu, čímž atomy získávají potřebnou kinetickou energii a pohyblivost. Slinovací teplota leží vždy pod bodem tání zpracovaného kovu.

V průběhu slinování kovové částice srůstají, póry mezi nimi se zaoblují, četné malé póry se spojují v méně četné, ale větší. Tím vším se celkový objem pórů zmenšuje. Výrobek má po slinutí rozměry o něco menší než měl předtím, protože se smrští. Slinutím získal materiál dobrou pevnost a tažnost, takže snáší mechanické namáhání.

Slinovací pec bývá odporová a je v ní ochranná atmosféra, aby se zabránilo oxidaci. Někdy je nutné slinování ve vakuu.



Způsoby lisování prášků

a) jednostranné, b) oboustranné, c) všestranné

c) Použití slinutých kovů

Uplatňují se hlavně v elektrotechnice. Jsou to především výrobky z wolframu nebo molybdenu při výrobě žárovek, elektronek, rentgenek apod. Pro slaboproudou a vysokofrekvenční elektrotechniku se z čistého práškového železa vyrábějí jádra cívek.

Trvalé magnety ze slitin alni a alnico lze vyrábět nejen litím, ale i z prášků příslušných kovů (Fe, Ni, Al, Co, Cu) slinováním. Směs prášků se lisuje do vhodných tvarů a slinuje asi při 1300 °C v atmosféře vodíku.

Wolframové kontakty se vyrábějí slisováním wolframového prášku a slinutím asi při 1300 až 1400 °C. Ze směsi prášku wolframu a mědi nebo wolframu a stříbra se zhotovují kontakty, které mají velkou odolnost proti opotřebení a dobrou elektrickou vodivost, danou mědí nebo stříbrem. Kontakty typu W Cu se vyrábějí také tak, že z poměrně hrubozrnného wolframového prášku se vylisuje pórovitý kontakt, který se po slinutí napouští tekutou mědí.

Slinuté kovy se uplatňují ve výrobě samomazných ložisek. Pánve těchto ložisek se vyrábějí nejčastěji slisováním železného prášku poměrně malým tlakem a slinutím asi při 1000 až 1100 °C ve vodíkové atmosféře. Póry takto vyrobených pánví tvoří asi 25% objemu pánve. V teplé olejové lázni se ložiskové pánve nasatí olejem, a tím je ložisko při chodu mazáno.

U malých elektromotorů a elektrických přístrojů, např. magnetofonů a kuchyňských přístrojů, se vyžaduje velká životnost ložisek bez dodatečného přimazávání. V těchto případech se uplatňují samomazná ložiska ze spékaného bronzu Cu Sn velké čistoty, nasycená olejem, popř. ještě se zásobníky v podobě olejem napuštěných plstěných kroužků, popř. komor se zásobníkem maziva. Při pohybu součástí se ložisko ohřívá a olej z pórů se dostává na kluznou plochu. Při zastavení pohybu teplota ložiska klesá, olej se vlivem kapilárních sil nasává do pórů ložiska a na kluzné ploše zůstává malé množství oleje, které stačí pro další rozběh.

Samomazná ložiska nevyžadují zvláštní ošetřování, jsou poměrně levná a jejich výhodou je i malá hlučnost. Ve vývoji jsou samomazná ložiska ze spékaného hliníku s malým obsahem kyslíku, která by se mohla uplatnit místo ložisek bronzových. Jejich předností by byla i velká tepelná vodivost.

Jiné použití pórovitých kovových materiálů je v oblasti filtrů. Kovové filtry se připravují z ocelového, bronzového nebo niklového prášku slinováním. Velikost pórů a propustnost filtru závisí na velikosti a tvaru částic použitého prášku. Kovovými filtry se filtrují například zkapalněné plyny při nízkých teplotách. Používá se jich rovněž v dopravnících pro sypké hmoty k nadlehčování prachového lože stlačeným vzduchem, nebo také při filtraci nafty či benzínu (částice nad 2 μm).

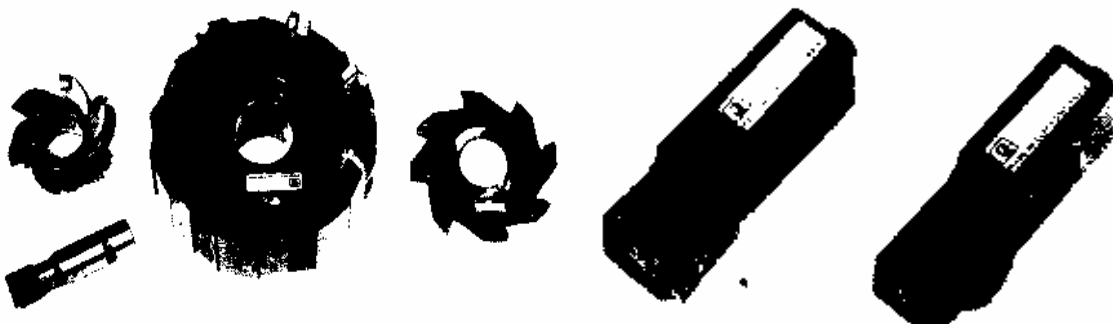
Dalším příkladem heterogenních materiálů je keramické brzdové a spojkové obložení. Jejich hlavní strukturní složkou je bronzová nebo mosazná plástev, ve které jsou uložena tvrdá zrna zvyšující tření povrchu a zrna látek zabraňujících slepování povrchů. Pro zvýšení součinitele tření se přidává do směsi křemenný prach, křemíkový prach nebo karbid křemíku. Opačný účinek má přídavek grafitu a olova. Třecí kovokeramický materiál dosahuje součinitele tření 0,25 až 0,5 při suchém tření a 0,06 až 0,15 při tření pod olejem (na rozdíl od litiny 0,1 až 0,2 při suchém tření).

Ze slinutých prášků se vyrábějí také pístní kroužky, konstrukční součásti počítačích a kancelářských strojů, telefonních přístrojů, jízdních kol, motocyklů, automobilů apod. Konstrukční (tj. mechanicky namáhané) součásti vyráběné z práškových kovů, nejčastěji z oceli, se uplatňují nejlépe tehdy, jsou-li drobné, tvarově složité, rozměrově poměrně přesné a mechanicky ne příliš namáhané. Příklady: ruční kolečka, páčky, matice, třmeny apod. Jejich výhodou je, že nevyžadují drahé obrábění a že je zabráněno ztrátám materiálu (v podobě třísek) při obrábění. Při výrobě z práškových kovů není totiž prakticky žádný odpad.

Slinuté karbidy na nástroje (obr. 55). Mimořádný význam pro produktivitu strojírenské výroby mají slinuté karbidy. Používají se na břitové destičky nástrojů pro obrábění, pro nejnamáhavější části tvářecích nástrojů (zejména průvlaky, pěchovací nástroje, složité lisovací nástroje) a na některé jiné součásti vystavené otěru. Slinuté karbidy vynikají tvrdostí a odolností ostří při vyšších teplotách a snesou proto podstatně větší řezné rychlosti než rychlořezné oceli.

Základním materiálem pro nástroje ze slinutých karbidů je práškový karbid wolframu (WC), popř. s příměsí karbidu titanu (TiC) nebo karbidu Tantalu (TaC). Důležitým kovem,

který zlepšuje vazbu a zvyšuje houževnatost, je práškový kobalt (5 až 25 %). Dobře promíšené druhy jemně mletých karbidů a kobaltu se lisují do destiček přesných tvarů a nejdříve se ve vodíkové atmosféře předslinují. Předslinuté destičky lze obrábět, řezat apod. Po slinování při vyšší teplotě (1 500 °C) ve vodíkové atmosféře nelze již destičky obrábět. Tvary lze korigovat a břity naostřit jedině broušením. Břity je nutno brousit velmi pečlivě, aby ostří bylo bez vrubů, které by snižovaly trvanlivost nástroje.



Soustružnické nože a jiné nástroje mají destičky ze slinutého karbidu pájené mědi nebo jinak připevněné na držák z běžné uhlíkové oceli (obr. 56,57). Držák přejímá ohybové namáhání, které by křehký slinutý karbid nevydržel. Po spojení destičky s držákem se ostří pečlivě brousí na požadovaný tvar. Vzhledem k značné křehkosti se nepoužívá nožů se slinutými karbidy pro přerušovaný řez, při němž působí na špičku nože prudké rázy. V tom případě se volí nástroj z rychlořezné oceli. Pro jemné obrábění a tvrdší kovy se volí tvrdší druh slinutého karbidu s nižším obsahem kobaltu (např. 6%), pro hrubé obrábění, popř. pro měkčí kovy se volí slinutý karbid s vyšším obsahem kobaltu, např. 12%

4.2.14. Nekovové technické materiály

Velký rozvoj strojírenství klade též rostoucí nároky na množství a vlastnosti materiálů. To vše vede k rozvoji používaných technických materiálů. V poslední době velmi stoupl i význam nekovových materiálů. Bylo objeveno mnoho nových materiálů s výhodnými vlastnostmi a uplatňují se i materiály kombinované, u nichž se využívá vlastností příznivých a potlačují se vlastnosti méně vhodné.

U klasických materiálů (dřevo, sklo a keramické hmoty) se zlepšují jejich vlastnosti. Novými způsoby se zpracovává dřevo na odolné výrobky o výborných mechanických vlastnostech, modifikují se vlastnosti skla pro jednotlivá technická odvětví a spolu s hutnickým průmyslem nastává i rozvoj žárovzdorných hmot.

Největší rozmach však nastal ve výrobě plastů, které mají různé vlastnosti a široké použití. Lze u nich dosáhnout jednak pevnosti oceli, jednak různých tlumivých a tepelně izolačních vlastností.

Z nekovových materiálů jsou plasty nejdůležitější. Dále se uplatňuje dřevo, pryž, keramika, kamenina, porcelán, kůže, textilie aj.

1) Plasty

Plasty jsou jednou z nejmladších skupin konstrukčních materiálů. Jejich průmyslové počátky sahají do období po první světové válce a od padesátých let nastal prudký rozvoj, který se neustále zintenzivňuje. Objem světové výroby plastů má překročit světovou výrobu kovů již kolem roku 1985.

V soustavě technických materiálů se plasty včleňují mezi kovy a ostatní nekovové materiály. Přejímají proto v praxi funkci obou skupin. Z nekovových materiálů vytlačují sklo a porcelán, kůži, textilní vlákna, dřevo aj. Nastupují na místo kovů v užitkových předmětech, kde mechanické vlastnosti ustupují pěknému vzhledu a chemické stálosti; u technických výrobků mohou plasty nahradit zinek a jeho slitiny, slitiny olova a mnohdy i mosaz.

Hospodářský význam plastů je především v tom, že dávají zemím bez zámořských zdrojů surovin (pryskyřice, kaučuk, některé kovy, textilní vlákna) náhradu za tyto suroviny, a že poskytují suroviny důležité a dnes nezbytné pro strojírenský, elektrotechnický a spotřební průmysl. Předpokladem ovšem jsou základní výrobní suroviny, energie a vyspělý chemický průmysl, který zpracovává suroviny na potřebné meziprodukty a výchozí látky.

Plasty se svými vlastnostmi podobají přírodním pryskyřicím. Jsou velmi lehké, nekorodují, izolují tepelně i elektricky a dají se snadno a levně zpracovávat tvářením. Úpravou a příměsmi lze měnit jejich vlastnosti v širokých mezích.

Plasty jsou organické sloučeniny složené z obřích molekul, tzv. makromolekul, které obsahují tisíce atomů, především uhlíku a vodíku, k nimž přistupují atomy dalších prvků, např. chloru, fluoru, kyslíku, dusíku aj.

Z hlediska strukturního tvoří plasty samostatnou materiálovou skupinu. V porovnání s kovy je jejich struktura zcela nebo částečně amorfní, to znamená, že jejich molekuly nejsou uspořádány pravidelně jako u látek krystalických. Proto nemají ani přesně definovaný bod tání a při mechanickém namáhání jsou náchylné k tečení.

1) Výroba plastů

V menší míře se plasty vyrábějí modifikací přírodních makromolekulárních látek, na něž se chemicky vážou některé nízkomolekulární sloučeniny (tj. s malými molekulami). Převážně jsou však plasty vyráběny synteticky. Základní suroviny jsou hlavně ropa a uhlí a z nich získaný ethylen, propylen, butylen, butadien, benzen, xylen, fenol, dále dusík, vodní plyn, chlorid sodný jako zdroj chloru, acetylen vyrobený ze zemního plynu a vápna aj. Z těchto surovin se složitými procesy vyrábějí nízkomolekulární látky — monomery, které jsou výchozími látkami pro výrobu makromolekulárních látek — polymerů. Slučování monomerů na polymery se děje tzv. polyreakcemi.

Polyreakcí jsou schopny jen ty sloučeniny, které mají v molekule alespoň dvě místa schopná chemicky reagovat s dalšími molekulami. Má-li monomer dvě místa schopná chemické reakce, může se každá jeho molekula chemicky vázat se dvěma sousedními molekulami a vzniká tzv. lineární makromolekula ve tvaru řetězce a hmota se nazývá lineární polymer. Má-li monomer tři nebo více míst schopných chemicky reagovat, může vytvářet řetězce třemi nebo více směry v prostoru a vzniknou prostorově zesílované makromolekuly, zesílovaný polymer.

Rozdělení polymerů

Lineární polymery mají řetězce samostatné, hladké nebo s bočními chemickými skupinami. Řetězce jsou nepravidelně prostorově zkrouceny a propleteny jako klubka vláken (amorfní stav). Při pravidelném a těsném uspořádání makromolekul vznikají krystalické útvary, uložené mezi neuspořádanými amorfními oblastmi. Mluvíme pak o částečně krystalických polymerech.

Mezi sebou jsou řetězce drženy mezimolekulárními silami, které jsou mnohem slabší než chemické vazby uvnitř řetězců a mohou se rozrušovat působením tepelné energie. Ohřevem hmoty se rozkmitávají nejprve menší, později větší úseky makromolekul a energie tohoto kmitání působí proti soudržným mezimolekulárním silám. Dojde-li jen k částečnému rozrušení soudržných sil, původně tvrdý polymer změkne a získá vlastnosti podobné kaučuku. Při dalším ohřevu se rozruší mezimolekulární síly tak, že se jednotlivé řetězce od sebe odpoutají, pohybují se volně a hmota se stává viskózně tekutou. V tomto roztaveném stavu se dá plasticky tvářet, a proto se tyto hmoty nazývají termoplasty.

Zesílované polymery mají řetězce propojené ve všech směrech chemickými vazbami a vytvářejí tak prostorovou třírozměrnou síť. Ohřevem zvětšuje tato síť svou pohyblivost, ale

řetězce se od sebe neoddělí, takže hmotu nelze roztavit. Zesíťování nastává během tváření, podle okolností buď působením tepla, nebo katalyzátorů, a jakmile je ukončeno, není další tváření možné. Husté zesíťování, při němž vznikají tvrdé hmoty, se nazývá vytvrzování a hmoty se nazývají reaktoplasty (dříve termosety).

Řídké zesíťování zkroucených hlavních řetězců dovoluje velkou pohyblivost celé makromolekulami sítě. Prostorově řídké zesíťované polymery se nazývají elastomery a patří k nim převážně syntetické kaučuky. Zesíťování zde probíhá při tzv. vulkanizaci.

Při nadměrném ohřevu dochází vlivem vysoké teploty, popř. i oxidace u všech druhů polymerů, lineárních i zesíťovaných, k přetrhávání chemických vazeb v řetězcích, hmota se rozrušuje a ztrácí pevnost.

Vlastnosti plastů

Hustota	asi 900 až 2200 kg/m ³
Pevnost v tahu	asi 30 až 80 MPa
Tepelná odolnost trvalá	asi 60 až 90 °C (u běžných termoplastů) asi 100 až 120 °C (u běžných reaktoplastů a elastomerů)
Teplotní roztažnost	průměrně 10 krát větší než u oceli
Tepelná vodivost	asi 100 až 200 krát menší než u oceli
Hořlavost	většinou pomalu hoří nebo pomalu zhasnou
Elektroizolační vlastnosti	velmi dobré, pokud hmota nenavlhá
Chemická odolnost	nekorodují vodou, odolnost proti chemikáliím většinou lepší než u kovů
Zpracovatelnost	snadná a levná (zejména u termoplastů)

V některých případech jsou plasty tvořeny jen příslušnou makromolekulami látkou. Většinou však obsahují kromě makromolekulami látky, která je hlavní složkou, i různé jiné příměsi, jimiž jsou ovlivňovány její mechanické, fyzikální, fyzikálně chemické i vzhledové vlastnosti. Jsou to:

Plniva organická i anorganická. Přidávají se do plastů jednak aby částečně nahradila základní pryskyřice nebo jiné makromolekulami látky, čímž se dosáhne cenových i surovinových úspor, jednak aby ovlivnila mechanické a fyzikální vlastnosti.

Prášková plniva mění podle potřeby fyzikální vlastnosti polymeru. Zvětšují např. tepelnou vodivost a snižují tepelnou roztažnost (křemičitá moučka), zmenšují tření (grafit) aj. U houževnatých hmot zhoršují tažnost a rázovou houževnatost. Vlákenná plniva vyztužují hmotu a podstatně zvyšují její pevnost. Jsou to stříhaná vlákna, textilní ústřížky nebo vrstvené souvislé tkaniny (bavlněné a zejména skleněné). Hmoty plněné skleněnými a některými speciálními vlákny tvoří už samostatnou skupinu vyztužených plastů, které dosahují mimořádné tepelné odolnosti a po pevnostní stránce se vyrovnávají kovům nebo je i předčí.

Změkčovadla. Přidávají se k některým tvrdým polymerům pro získání měkkosti a ohebnosti.

Barviva. Slouží k dosažení žádaného barevného odstínu u neprůhledných i průhledných hmot.

Stabilizátory. Zlepšují odolnost polymerů proti zvýšeným teplotám, oxidaci, ultrafialovému záření a povětrnosti. Někdy mírně zhoršují houževnatost polymeru.

Maziva. Přidávají se někdy za účelem lepšího tečení roztavené hmoty při tváření.

Nadouvadla. Uvolňují při zpracování plyny a vytvářejí hmotu s pěnovou strukturou. Tyto tzv. lehčené hmoty mohou být tvrdé až ohebné a měkké. Mohou mít dutinky buď otevřené (pórovité, voda se do nich vsákne), nebo uzavřené (nenasákavé).

II) Přehled nejdůležitějších druhů plastů

Termoplasty

Polyvinylchlorid (PVC) je nejpoužívanější plast.

Tvrdý PVC je pevný, dosti křehký, použitelný do teploty 60 °C. Vyniká odolností proti kyselinám a zásadám. Široké použití má v chemickém průmyslu na potrubí, armatury, instalační zařízení.

Měkčený PVC obsahuje změkčovadla. Je ohebný, při teplotě pod 0 °C však křehne. Vyrábějí se z něho podrážky, obuv, kabelky, podlahoviny, obaly a pouzdra, těsnění, izolace vodičů.

Polyethylen (PE). velmi rozšířený termoplast, odolává celkem dobře kyselinám, zásadám a rozpouštědlům a teplotám do 75 °C. Je výborným vysokofrekvenčním izolátorem. Je lehčí než voda.

Rozvětvený (měkký) PE je ohebný i za mrazu a je vhodný na nádoby, potrubí a hadice pro vodu a na televizní anténní svody. Fólie se používají na hygienické obaly potravin apod. Povlaky slouží jako ochrana proti korozi kovových předmětů.

Lineární PE je pevnější, tuhý. Hodí se na velké nádoby, kanistry, potrubí a armatury.

Vysokomolekulární PE odolává otěru a hlavně rázům. Je vhodný na pojezdová kola, lanové kotouče, popř. ozubená kola apod.

Polypropylen PP je podobný tvrdému polyethylenu, ale odolává až do teploty 90 °C. Je vhodný na potrubí a armatury pro horkou vodu. Zpracovává se též na vlákna pro tkané pytle, plovoucí vodní lana aj.

Polystyren (PS) je tvrdý, křehký, průhledný, dobře barvitelný, odolný do teploty 75 °C. Je výborný vysokofrekvenční izolátor. Dobře se rozpouští a lepí, snadno se zpracovává. Používá se na drobné elektroizolační součásti a elektrotechnické výrobky. Pěnový polystyren vzniká zpracováním polystyrenu s nadouvadlem. Je výborný jako tepelná izolace, používá se na tvarové obaly přístrojů apod.

Kopolymer styren-butadien. Obsahuje-li převážně styren, nazývá se houževnatý polystyren. Převažuje-li butadien, používá se jako vulkanizovatelný butadienstyrenový kaučuk na pneumatiky, otěruvzdorná těsnění, transportní pásy apod.

Kopolymer akrolonitril-butadien-styren (ABS) je pevný, vysoce houževnatý, s dobrou chemickou odolností, snese teplotu 85 °C. Používá se na skřínky radiopřijímačů, telefony, ochranné přilby, přístrojové desky a části karosérie aut. Dá se galvanicky pochromovat na vysoký lesk. Požaduje-li se vysoká pevnost, plní se skleněnými vlákny.

Acetát celulosy (CA) je pevný, houževnatý, průhledný, dobře barvitelný, mírně navlhá. Používá se na držadla, rukojeti náradí, krabičky.

Polytetrafluorethylen (PTFE, teflon) je méně pevný, velmi houževnatý, tepelná odolnost je od 250 do 1250°C. Je dokonale odolný proti působení všech chemikálií, i silně agresivních, má vysokou kluznost a je výborným vysokofrekvenčním izolátorem. Používá se na těsnění, ucpávky a hadice, zejména v chemickém průmyslu, v letecké a raketové technice, v kosmonautice apod. Ve strojírenství se používá plněný grafitem, práškovým bronzem apod. na pohybová nemazaná těsnění a kluzná ložiska. Teflon se nedá vstříkovat, lisuje se za studena a výlisky se spékají při 380 °C.

Polyamidy (PA) jsou pevné a houževnaté. Mají vysokou odolnost proti opotřebení a dobře tlumí rázy a chvění. Odolávají teplotám do 80 °C. Jsou porušovány kyselinami. Z polyamidů

se vyrábějí kluzná ložiska a ozubená kola pro provoz bez mazání, šrouby, pojistné matice, řemenice, kladky, kluzná obložení rukojetí, kliky, závěsy. Vysokou pevnost (200 MPa) a dobrou rozměrovou stabilitu má polyamid plněný skleněnými vlákny. Hodí se na kryty ručních elektrických vrtaček, rotory ventilátorů apod. Rozšířené použití polyamidů je na vlákna — od jemných textilií (silon, nylon, dederon, perlon, kapron) a rybářských vlasců až po struny. Vyrábějí se z nich textilie všeho druhu, např. lana, vyztužující kordy do pneumatik, hnací řemeny a dopravní pásy.

Alkalický polyamid se jako monomer snadno odlévá do forem, v nichž polymeruje. Vyrábějí se tak rozměrné bloky, velká ozubená kola, kluzná ložiska aj.

Polyformaldehyd (POM polyoxymethylen) je pevný, velmi tuhý, vysoce krystalický, odolává teplotám do 90 °C. Kyseliny jej narušují. Je to typicky konstrukční hmota s dobrou rozměrovou stabilitou a ořezuvzdorností. Používá se na různé strojní součásti, např. nemazaná ozubená kola, vačky, kluzná ložiska, kladky, ventily a kohouty, šrouby a matice, tělesa čerpadel, rotory větráků, rukojeti elektrických vrtaček. Pro použití při větším namáhání se rovněž plní skleněnými vlákny.

Polykarbonát (PC) je pevná, mimořádně houževnatá nerozbitná hmota, průhledná, odolná do teploty 120 °C. Hodí se na kryty přístrojů, nehořlavé krabice pro filmy, kryty svorkovnic. Pro součásti více namáhané za vyšších teplot se plní skleněnými vlákny. Z polykarbonátu se vyrábějí také elektro-izolační fólie pro použití za vyšší teploty.

Polyethylenetereftalát (PETP) je druh termoplastického polyesteru. Má dobrou pevnost, houževnatost, odolnost proti opotřebení a je rozměrově stabilní do teploty 100 °C. Výlisky jsou vhodné na přesné strojní součásti. Fólie se používají na izolaci kabelů a transformátorů do teploty 150 °C, magnetofonové pásky a membrány reproduktorů. Vláknina (terylen, tesil) se používají v oděvnictví a na průmyslové tkaniny, např. filtrační tkaniny, bezpečnostní popruhy, lodní lana. Popryžované tkaniny jsou vhodné pro nafukovací čluny, haly a skladiště, skládací nádrže, hadice na vodu apod.

Polymethylmetakrylát (PMMA, plexisklo) je netříštivé organické sklo s velmi dobrými optickými vlastnostmi a odolností proti vlivům povětrnosti. Snese teplotu 75 °C. Používá se na ochranné kryty a štíty, optické části laboratorních přístrojů, umývadla a vany (zespod vyztužené polyesterovým skelným laminátem), zubařské hmoty (dentakryl) aj.

Reaktoplasty a elastomery

Fenolformaldehyd je tvrdý, křehký, odolný proti rozpouštědlům a teplotám do 120°C. Čistá pryskyřice se používá na elektroizolátory, ve strojírenství na přípravky, modely, šablony aj. Nejčastěji se používá jako lisovací hmota s těmito plnivými:

- Dřevěná moučka: tvrdý křehký bakelit, vhodný na elektroizolační součásti (svorkovnice, zásuvky, přepínače), držadla žehliček apod.
- Azbest: elektrosoučásti do teploty 150 °C, např. objímky žárovek.
- Vrstvený papír (kartit, umakart): panely a konstrukční izolační části elektropřístrojů.
- Vrstvená bavlněná tkanina (textil, textgumoid): ozubená kola (obráběním z desek), kluzná ložiska pro velká zatížení.
- Vrstvená skleněná tkanina (fenolické skelné lamináty): konstrukční prvky letadel a raket, chemické nádrže a potrubí.

Epoxidy. Pevné, odolné vlivům povětrnosti a teplotám do 120 °C. Čistá pryskyřice se používá na izolační zalévání vodičů a obvodů v elektrotechnice, na slévárenské modely, šablony, přípravky, lisovací nástroje, jako lepidla pro kovy. Epoxidové skelné lamináty mají pevnost až 320 MPa a používají se na potrubí, rotory, ventilátorů, v letectví a raketové technice, na tištěné obvody aj.

Polyestery (nenasyceně) jsou běžným pojivem pro stříhaná skleněná vlákna nebo skleněné tkaniny. Odolávají chemikáliím a teplotám asi do 120 °C. Používají se na skladovací nádrže, karosérie sportovních automobilů, střešní krytiny apod. Vysokotlaké nádoby a potrubí se vyrábějí navíjením skleněných vláken (impregnovaných polyesterovou pryskyřicí) v určitém směru na tvarové jádro. Ve směru vláken se dosahuje pevnosti přes 800 MPa.

Polyuretan je tuhá až kaučukovitá hmota s velkou otěruvzdorností a tlumicí schopností. Používá se na tlumicí prvky (silentbloky) a na těsnění a manžety pro vodu a olej do teploty 80°C.

Lehčený polyuretan. Tvrdý se používá na tepelnou izolaci v chladírenství a potrubářství, na zvukovou izolaci aj. Měkčí lehčené druhy se používají na opěradla, bezpečnostní obložení ve vozidlech, na mycí houby aj.

Silikony jsou organické sloučeniny křemíku a kyslíku, odolné proti stárnutí a povětrnosti. Odpuzují vodu a odolávají teplotám až 200 °C. Jako lineární polymery se dodávají v podobě olejů, past a tuků. Používají se jako maziva v letectví (tuhnou při — 70 °C, jejich viskozita se téměř nemění ve velkém rozsahu teplot), jako hydraulické oleje, ochranné nátěry v auto-kosmetice, impregnace textilu aj.

Polychloropren je částečně olejovzdorný a lépe odolává povětrnosti. Používá se na venkovní těsnění, dopravní pásy, hadice.

2) TECHNICKÁ PRYŽ

Pryž je materiál vyrobený vulkanizováním kaučukové směsi. Hlavní surovinou je přírodní kaučuk získaný srážením kaučukového mléka, nebo syntetický kaučuk, získaný polymerací. Do kaučuku se přidává vulkanizační činidlo, např. síra, různá plniva a další přísady, které pryž zpevňují, změkčují, zbarvují apod. Vulkanizováním, tj. nejčastěji ohříváním na vyšší teplotu, přechází kaučuk účinkem síry z plastického stavu do stavu elastického a stává se méně citlivým na změny teploty a na rozpouštědla.

Většina pryžových výrobků se zhotovuje tvářením kaučukové směsi v lisech za současné vulkanizace. Vlastnosti pryže závisí značně na druhu i množství plniv a přísad a na způsobu zpracování. Použití pryže je velmi široké a nejvíce se jí spotřebuje v automobilovém a leteckém průmyslu, zejména na pneumatiky. Dále slouží k výrobě dopravních pásů, hnacích řemenů, hadic, těsnících manžet a desek, na podložky k pružnému uložení strojů, k izolaci elektrických vodičů a k výrobě četných spotřebních předmětů.

Starou pryž lze regenerovat. Získá se tak cenná surovina, která se přidává do nové pryže nebo se používá na podřadnější součásti.

Hlavní druhy pryže jsou u nás normalizovány a označují se, podobně jako kovy, základní a doplňkovou číselnou značkou:

3) OSTATNÍ NEKOVOVÉ TECHNICKÉ MATERIÁLY

Technická kůže

Kůže zvířat je surovinou pro výrobu usně, která zůstává stále technickým materiálem. Některé druhy plastů mají sice vlastnosti podobné přirozené usni, ale nemohou ji dosud nahradit.

Surová kůže je tvrdá, lámavá, málo pevná a snadno podléhá hnilobě. Proto se musí vyčinit (vydělat), promastit a různě upravit. Vyčiněná kůže se nazývá useň. Kvalitní useň je houževnatá, pružná, pevná, ohebná a snadno tvárná. Ve strojírenství se používá hovězí useň, zvláště její nejhodnotnější části, tj. hřbetní a ramenní. Usně se používá k výrobě hnacích řemenů, nejčastěji plochých (řemeny klínové a zvláštních profilů se vyrábějí z pryže). K pohonu lehkých strojů se používá i kruhových řemínek vyříznutých spirálovitě z usně, nebo šňůr zkroucených z řemínek. Useň je pro svou houževnatost a pružnost velmi vhodná k

těsnění hydraulických nebo pneumatických zařízení. Vyrábějí se z ní i membrány, těsnicí podložky, výrobky pro textilní stroje a jiné součásti.

Technické textilie

Základní surovinou v textilní výrobě jsou vlákna, a to vlákna rostlinná, živočišná a umělá.

Mezi rostlinná vlákna patří len, konopí, lýko, juta, bavlna aj. V přírodě se nejčastěji vyskytují jako součást rostlinného těla. Živočišná vlákna tvoří buď srst savců (různé druhy vlny), nebo ztuhlý bílkovinný výměšek housenek (přírodní hedvábí). Živočišná vlákna se při zvýšené teplotě škváří a uhelnatí. Umělá (syntetická) vlákna mohou být různého chemického původu. Nejpoužívanější jsou polyamidová vlákna (silon, kapron, perlon, nylon atd.). Samotné vlákno je pro textilní výrobu zřídka upotřebitelné. Vlákna se spřádají v přízi (nit) o určité jemnosti (tloušťce). Umělá vlákna se zkrucují v přízi již při výrobě.

Příze se pak dále zpracovává v textilie tkaním, pletením (na tkalcovském stavu, na pletacím stroji) i jinými výrobními pochody. Dnes jsou vyráběny i netkané textilie z vláken z plastů (vznikají lepením, foukáním a lisováním vláken z plastů). Mezi netkané textilie patří i plst. Pro výrobu plsti je nejvhodnější vlna nebo jiné druhy živočišné srsti, jež se pařením a mechanickým hnětením (valchováním) do sebe zaplétají a svým drsným povrchem se navzájem drží. Tento jev se nazývá plstění.

Plst je i důležitou technickou textilií, které se při konstrukci strojů používá k těsnění, k filtraci, k izolaci proti otřesům, hluku a teple, k stírání oleje apod. Jako pomocný materiál je vhodná pro výrobu leštících kotoučů, dopravních pásů na jemné zboží, k vyložení krabic s jemnými přístroji apod. Plsti podobné, avšak tenčí, je sukno. Používá se ho k leštění a podobným účelům jako tenké plsti.

Z dalších textilií mají pro technické účely největší význam tkaniny. Používají se na plachty a střechnice, filtrační plachty, pytle a síta, popruhy, řemeny a hadice (obr. 58, 59).

Pro výrobky z technické pryže se používá jako vložek zvláštních tkanin a pláten z bavlněné nebo viskóзовé příze (pryžové pásy, těsnicí desky, podlahově krytiny apod.). Do automobilových pneumatik se vkládá jako vložka tzv. kord, který se dělá převážně z viskóзовého hedvábí. Zvláštním výrobkem jsou kruhové i čtvercové těsnicí šňůry, často různě impregnované.



Obr. Tkanina pro výrobu hadic — granuilex



Dřevo

Je důležitou průmyslovou surovinou a co do rozsahu použití patří spolu s kovy a plasty mezi nejpoužívanější technické materiály. Uplatňuje se v nejrůznějších průmyslových odvětvích.

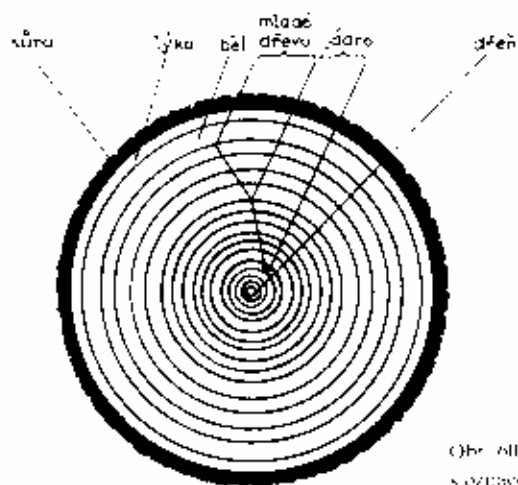
Dřevo je organická hmota, která se vytváří v kmeni, větvích a kořenech stromů, popř. keřů, přírodními procesy za spolupůsobení okolního prostředí. Kmen je složen hlavně z cévních svazků, které se zpočátku skládají z buněk živých (v běli), později z buněk odumřelých (v jádře nebo ve vyzrálém dřevě). Vrstva dřeva, která ve kmeni každým rokem vzniká, se nazývá letokruh (obr. 60). V jarním období se vytvářejí buňky velké, řídké a tenkostěnné které se napojují v letokruhu minulého roku; tyto buňky jsou světlejší barvy a při příčném řezu kmenem je patrná ostrá hranice, oddělující tyto jarní buňky od starého letokruhu. Asi od poloviny června se vytvářejí buňky menší, užší a tlustostěnné, v důsledku čehož vzniká vrstva dřeva tmavšího a tvrdšího; tomuto dřevu se říká dřevo letní. V důsledku rozlišení dřeva jarního a letního a protože každým rokem vzniká jeden letokruh, lze z příčného řezu kmenem bezpečně stanovit věk stromu. Tvorba dřeva končí v našich krajinách koncem srpna, někdy až začátkem září, trvá tedy růst tloušťky stromu asi 4 měsíce. Růst stromu do výšky je kratší, trvá jen několik týdnů. Podle druhů dřev a jejich významu se dělí dřeviny do dvou hlavních skupin:

1. Dřeviny domácí a zdomácnělé

- a) jehličnaté tvrdé a měkké,
- b) listnaté tvrdé a měkké.

2. Dřeviny cizokrajné (zámořská dřeva).

Dřeviny domácí a zdomácnělé mají pochopitelně pro náš průmysl největší význam.



Obr. 311 Řez kmenem stromu
s označením vrstev

Surové dřevo má kromě svých dobrých technických vlastností také některé nevýhody, jako je navlhavost, nestejnorodost, která je způsobena jeho nehomogenní skladbou (letokruhy), podléhání hnilobě aj. Aby se tyto nevhodné vlastnosti odstranily, musí se dřevo vhodně upravovat a zušlechťovat. Nejdůležitější takovou úpravou dřeva je umělé vysoušení.

Přirozeným dlouhodobým sušením lze snížit vlhkost dřeva nejvýše na 12 až 15%. Procento vlhkosti je však třeba ještě více snížit, např. pro výrobu nábytku na 8 až 10 % a pro výrobu překližek, dýh nebo pro další impregnaci na 5 až 6%. Takového snížení vlhkosti lze dosáhnout jen umělým vysoušením. Vysušené dřevo, pokud není důkladně impregnováno nebo jinak zajištěno proti vlhkosti ze vzduchu, vlhkosti opět nabývá, a to tak dlouho, až se dosáhne tzv. hygroskopické rovnováhy mezi vlhkostí vzduchu a vlhkostí dřeva.

Dřevo se uměle vysouší většinou vzduchem nebo párou. V některých případech lze k vysoušení použít vysokofrekvenčního proudu nebo infračerveného záření, což je vhodné hlavně pro polotovary menších rozměrů.

Dřevo, které má být po vysoušení konzervováno olejem, např. železniční pražce, sloupy apod., lze vysušet v horkém oleji, do kterého se ponoří a ohřívá se nad bod varu vody. Při této teplotě se voda ve dřevě vypařuje a nahrazuje se olejem.

Impregnace dřeva. Účelem impregnace dřeva je ochrana proti hnilobě a proti vlhkosti. Impregnačních činidel je několik; jejich hlavními vlastnostmi musí být dlouhodobá chemická stálost, značná jedovatost jako ochrana proti hmyzu, houbám a plísním, prostupnost do dřeva; musí být levné, lidem a zvířatům neškodné.

Vlastnosti dřeva

Mechanické vlastnosti dřeva, zejména pevnost, jsou značně závislé na druhu dřeva, na jeho původu, na místě ve kmeni, na vlhkosti dřeva, na jeho struktuře, vadách apod. Nevýhodou dřeva je jeho nestejnoměrná struktura, velký vliv vad dřeva a vlhkosti. Přesto nelze dřevo jako technický materiál podceňovat; má dobrou pevnost v tahu, v tlaku i v ohybu, zvukové izolační vlastnosti, tlumí nárazy a vibrace. Mechanické vlastnosti dřeva se podstatně liší, uvažujeme-li je ve směru vláken, nebo kolmo ke směru vláken. Ve směru vláken jsou mechanické vlastnosti dřeva nepoměrně lepší, např. pevnost je několikanásobně vyšší než ve směru kolmém na směr vláken.

Na rozdíl od kovových materiálů nemá dřevo prakticky mez pružnosti,

Některé vlastnosti dřev (při 12% vlhkosti)

Druh	Hustota (kg/dm ³)	Pevnost v tlaku (MPa)		Pevnost v tahu (MPa)
		ve směru vláken	kolmo k vláknům	Ve směru vláken
Borovice, jedle, smrk	0,40 až 0,45	40 až 45	4 až 5	70 až 80
Buk	0,65	45	10	100
Dub	0,75	45	10	100

takže může být zatíženo bez deformace až k mezi pevnosti. Při namáhání snese dřevo značný průhyb. Velmi příznivé jsou technologické vlastnosti, jeho obrobitelnost, snadnost spojování klížením. Dřevo lze povrchově upravovat broušením, hlazením, leštěním, lakováním apod.

Zpracování dřeva

Pokud se týká fyzikálních vlastností, je hustota dřeva od 0,12 kg/dm³ (různá exotická dřeva- dřevo balzové) až do 1,0 kg/dm³ nepočítaje v to dřeva tvrzená, lisovaná, překližky apod., kde se hustota zvyšuje až na 1,5 kg/dm³. Průměrná hustota domácích dřevin je asi od 0,4 do 0,6 kg/dm³ (tab. 28).

Dřevo má nízkou tepelnou a zvukovou vodivost a, je-li vhodně impregnováno, též elektroizolační vlastnosti. Po stránce chemické odolává dřevo účinkům kyselin a kyselinových výparů, pokud ovšem nejsou příliš koncentrované nebo silně oxidační.

Vlastnosti jednotlivých druhů dřev

Běžné druhy domácích jehličnatých dřev jsou nejdosažitelnější a nejlevnější. Poskytují dřeva nepříliš pevná, štěpná; některé druhy jsou pružné a trvanlivé, snadno zpracovatelné.

Smrk má dřevo nepříliš kvalitní, měkké, poměrně lehké, pružné, středně pevné, za sucha příliš štěpné. Používá se ho ve stavebnictví a pro podřadnější účely. Zvláště kvalitní dřevo starých stromů se používá k výrobě hudebních nástrojů (tzv. rezonanční kulatina). Smrkové dřevo je velmi výhodné pro výrobu dřevotřískových desek (podobně i jedlové).

Jedle má tmavší dřevo než smrk. Dřevo je měkké, avšak tvrdší než smrkové, lehké, pevné a pružné, méně štěpné než dřevo smrkové. Použití je přibližně stejné jako u smrkového dřeva.

Borovice má pryskyřičnaté měkké dřevo (avšak tvrdší než smrk), značně trvanlivé. Štípatelnost dřeva je menší než u předcházejících druhů. Zpracovatelnost je poměrně dobrá (avšak horší než u smrkového dřeva).

Modřín poskytuje nejtvrdší a nejkvalitnější dřevo z našich jehličnatých stromů. Je velmi trvanlivé, velmi pevné a tvrdší než ostatní dřeva našich jehličnatých stromů; málo sesychá a dobře se zpracovává. Modřínové dřevo je vzhledem k ostatním dřevům jehličnatých stromů poněkud drahé.

Dřeva listnatých stromů jsou měkká až velmi tvrdá, technicky velmi dobrých vlastností, husté struktury, často velmi pěkného vzhledu.

Buk poskytuje pevné, tvrdé, těžké, dobře štěpné dřevo, dobře zpracovatelné, které se dobře leští a moří. Bukové dřevo je husté, načervenalé, stejnorodé, s jemnými léty a paprsky. Jeho malá trvanlivost a borcení se odstraňuje pařením, impregnací a zušlechťováním.

Bukové dřevo má nejširší a nejrozmanitější upotřebení ze všech listnatých dřevin. Vyrábí se z něho nábytek, překližky, tvrzené dřevo apod.

Dub má tvrdé, velmi pevné a těžké dřevo, vysoce trvanlivé, málo sesychané. Proti bukovému dřevu není tak husté, dobře se moří, ale obtížně se leští. Dubové dřevo má velmi rozsáhlé použití.

Topol poskytuje velmi měkké, lehké a málo pevné dřevo, málo trvanlivé, dobře štípatelné, s poměrně malou sesychavostí. Je to nejlepší dřevina na překližky. Používá se při výrobě dýhovaného nábytku, na obklady stěn apod.

Lípa má lehké, měkké dřevo, snadno štípatelné, s dobrou zpracovatelností. Lípové dřevo je bílé, jednotně zbarvené, se žlutočerveným až hnědavým nádechem. Používá se v řezbářství, uměleckém truhlářství, v modelářství apod.

Olše má měkké, lehké dřevo, snadno štípatelné, vysoce odolné ve vodě, málo pevné a pružné. Olšové dřevo je světle červenavé až tmavě červeno-oranžové, s jednotným zabarvením. Používá se ho hlavně při výrobě překližek, na imitování vzácných dřev (mahagon, palisandr), v modelářství apod.

Bříza má bílé dřevo, houževnaté, tvrdé a pružné, zvláště pevné, nesnadno štípatelné, málo trvanlivé. Březové dřevo je bílé až hnědožluté, s jednotným zabarvením. Používá se na výrobu dýh a překližek, v řezbářství, soustružnictví, na imitaci vzácných dřev (mahagonu a ořešáku), na pažby pušek apod.

Osika dává velmi měkké lehké dřevo, málo pevné, dobře štípatelné, málo sesychavé, s dobrou zpracovatelností. Osikové dřevo je šedobílé až žlutobílé, s jednotným zabarvením. Osikové dřevo je velmi dobrou surovinou na výrobu loupáných dýh a překližek.

Jilm má husté dřevo, tvrdé, těžké, pevné a houževnaté, špatně štípatelné, hůře zpracovatelné. Jilmové dřevo má žlutobílou běl a světle hnědé až temně hnědé jádro. Jilmového dřeva se používá na výrobu dýh a překližek, na obklady stěn apod.

Javor dává tvrdé, husté, pevné, těžké, ohebné a pružné dřevo, s menší štěpností a poměrně malou trvanlivostí. Je dobře zpracovatelné, dobře se moří a leští. Je to bílé dřevo s hedvábným leskem a znatelnými letokruhy. Javorového dřeva se používá na výrobu loupáných dýh, je vzácnou dřevinou při výrobě nábytku, uplatňuje se při výrobě slévárenských modelů apod.

Jasan dává pevné a trvanlivé dřevo, pružné, houževnaté a tvrdé, s dobrou zpracovatelností, zejména leštitelností; štěpnost je malá. Jasanové dřevo má širokou narůžovělou běl a světle hnědé jádro, dobře znatelné letokruhy. Používá se při výrobě dýh, sportovního nářadí, v nábytkářství apod.

Ovocné stromy — třešeň, jabloň, švestka, hruška a ořech — dávají husté červenohnědé dřevo, kterého se používá při výrobě kvalitního nábytku, hlavně na dýhy, dále na soustružnické práce, slévárenské modely a na přesné výrobky.

Dřeva cizokrajná pocházejí z tropických lesů. Dnes jsou vytlačována moderními hmotami. U nás je použití omezeno na nejmenší míru (hudební nástroje, sportovní nářadí).

Korek je kůra korkového dubu ze středomořských ostrovů a severní Afriky. Je velmi lehký; jeho hustota je 0,2 až 0,3 kg/dm³. Je dobrým tepelným a izolačním materiálem. Korek je pružný, mechanicky poměrně odolný a chemicky stálý. Používá se ho na výrobu zátek, těsnění, podložek, na třecí spojky apod. Z korkové drti se vyrábějí desky pro tepelnou a zvukovou izolaci. Dnes je korek nahrazován lehčenými plasty.

Brusivo a brousicí nástroje

Broušení je nejrozšířenější způsob obrábění kovových i nekovových materiálů. Brusiva jsou tvrdé, houževnaté a ostrohranné krystalické látky, kterými lze brousit jiné (měkčí) materiály. Lze je dělit podle různých hledisek.

Podle původu jsou přírodní a umělá.

Podle tvaru mohou být brusiva rozdělena na volná zrna, tj. brousicí, leštící a lapovací prášky, a na brousicí nástroje a pomůcky, kde jsou zrna brusiva spojena nebo stmelena různými pojivy a různými způsoby.

Brousicí pomůcky jsou brousicí a leštící pasty, v nichž jsou zrna brusiva rozptýlena v tukách a mazadlech. Dále jsou to též brousicí a leštící plátna a papíry, kde jsou zrna přilepena různými tmely k poddajné podložce.

Největší skupinu tvoří brousicí nástroje, kde jsou zrna spojena různými pojivy v tuhá nebo pružná tělesa vhodného tvaru a slohu.

Brusivo lze třídit i podle jiných hledisek, např. podle tvrdosti, houževnatosti, popř. podle jiných mechanických, fyzikálních, chemických i mineralogických hledisek.

Přírodní brusiva

Jsou to minerály, popř. horniny, které jsou vhodné pro broušení nebo leštění. Jde o řadu látek vyskytujících se v zemské kůře. Mezi přírodní brusiva patří tyto nerosty nebo horniny: leštící růže a okry, pemza, břidlice, pískovec, pazourek, křemen, granát, smírek, přírodní korund a diamant.

Tvrdost přírodních brusiv

Brusivo	Tvrdost podle Mohse
Leštící růže a okry	1 až 2
Břidlice	2 až 4
Pemza	2
Pískovec	6 až 7
Pazourek	7
Křemen	7
Granát	6,5 až 7,5
Smírek	7,5 až 8,5
Přírodní korund	9
Diamant	10

Přírodní brusivo se používá tehdy, nelze-li umělým brusivem dosáhnout stejných výsledků, nebo je-li levnější než umělé. Z přírodních brusiv jediný diamant dosud nebyl překonán v

tvrdosti žádnou jinou hmotou. I diamanty se však pro průmyslové použití vyrábějí synteticky. Cena umělých diamantů je zatím stejná, nebo i vyšší než cena diamantů přírodních.

Rozhodujícím činitelem, ovlivňujícím použití přírodních brusiv, je velikost zrna, která je dána buď již při vzniku nerostu, nebo drcením a tříděním brusiva. Dalšími činiteli jsou (stejně jako u umělých brusiv) i tvar zrn a jejich houževnatost. Nejdůležitější vlastností však je tvrdost, která je podstatně nižší než u umělých brusiv (s výjimkou diamantu).

I když je Mohsova stupnice tvrdosti stará přes 140 let a byla již několikrát upravována, stále seji používá při hodnocení tvrdosti zrn přírodního i umělého brusiva (tab. 29).

Protože přírodní brusivo bývá nesteréjné kvality, je stále více vytlačováno brusivem umělým.

Umělá brusiva

Mezi obvyklá umělá brusiva patří: umělý korund (tavený oxid hlinitý, Al_2O_3), karbid bóru (B_4C) a někdy též sklo (tříděná skleněná drť jako posypový materiál pro výrobu skelných pláten a papírů). Jednotlivá umělá brusiva je pak možno roztrřídít ještě na další druhy podle kvality, čistoty apod.

V ČSSR se dělí jednotlivé druhy umělých brusiv podle tab. 30.

Umělá brusiva se začala vyrábět koncem minulého století a s rozvojem broušení se rozvinula ve speciální odvětví chemického průmyslu. Většina umělých brusiv se vyrábí elektrochemickými pochody.

Rozdělení umělého brusiva a jeho označení podle ČSN

Brusivo		označení
Tavený oxid hlinitý (umělý korund)	černý hnědý růžový bílý	A 85 A 96 A 98 A 99
Karbid křemíku	černý šedý zelený	C 47 C 48 C 49
Karbid boru		B

Výroba umělých brousicích materiálů, nástrojů a pomůcek má v ČR dlouholetou tradici. V Benátkách nad Jizerou byl vyráběn průmyslově karbid křemíku již dva roky po jeho vynalezení jako v prvním závodě na světě. Dnes je vyráběno v ČR více než 95 % světového sortimentu brusiva.

Výroba brousicích nástrojů a pomůcek

Převážná většina součástí se nebrousí volným brusivem, ale nástroji a pomůckami. V ČSN jsou uvedeny brousicí pomůcky:

brousicí, leštící a lapovací prášky,

brousicí, leštící a lapovací pasty,

brousicí a leštící plátna,

brousicí a leštící papíry, a brousicí nástroje, tj. tělesa složená ze zrn brusiva a příslušného pojiva:

brousicí pilníky,

obtahovací kameny,

honovací a superfinišovací kameny,

brousicí, řezací a leštící kotouče,

brousicí segmenty.

Pojiva na výrobu brousicích nástrojů jsou anorganické nebo organické látky, spojující drcené brusivo v nástroje tak, aby měly žádanou tvrdost, sloh, tvar a rozměry. Na druhu, složení a množství pojiva v nástroji jsou závislé jeho vlastnosti. Pojivo musí vzdorovat vlivům chladicí směsi při broušení za mokra, nesmí podléhat tepelným vlivům a zrna brusiva v něm musí být dokonale uložena. Na jejich správném uložení, tj. na volbě správného pojiva, závisí výkon brousicích nástrojů právě tak, jako na řezivosti samotného zrna. Pojiva jsou

1. anorganická,

2. organická,

a) keramická (označení V),

a) šelaková (označení E),

b) silikátová (označení S),

b) pryžová (označení R),

c) magnezitová (označení O),

c) syntetické pryskyřice

(označení B).

Výroba brousicích pomůcek

Z těchto pomůcek se nejvíce používají brousicí plátna, papíry a pásy. Do této skupiny jsou zařazeny i brousicí a lapovací pasty.

Vlastnosti brousicích nástrojů a pomůcek

Vlastnosti nástroje se určují podle brousicí operace, ke které bude použit. Brousicí nástroje se označují a posuzují podle těchto hledisek:

- druh brusiva,

- zrnitost brusiva,
- tvrdost (soudržnost) nástroje,
- sloh (struktura) nástroje,
- druh použitého pojiva,

Označení brousicích nástrojů podle velikosti zrn brusiva

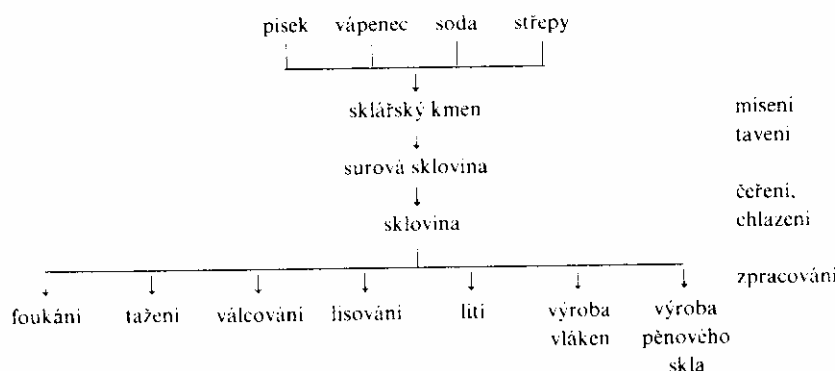
Velmi hrubá	8	1	1		
Hrubá	1	1	2	2	
Střední	3	3	4	5	60
Jemná	7	8	9	100	120
Velmi jemná	150	180	200	220	240
Zvlášť jemná	280	320	400	500	600

Technické sklo

Základní suroviny při výrobě skla jsou: čistý křemičitý písek, oxid vápenatý, uhličitan sodný nebo draselný a oxid hlinitý. Z těchto surovin se připraví práškovitá směs, tzv. sklářský kmen, který se taví ve sklářské peci. K základním složkám kmene se ještě přidávají přísady, které sklo vyčeřují nebo zbarvují, popř. je činí neprůhledným (mléčná skla).

Tekutá sklovina se zpracovává foukáním, lisováním, litím apod., ručně nebo strojně (tab. 36). Vzniklé polotovary a výrobky lze dále upravovat, např. leptat, pokovovat, brousit a leštit.

Tab. 36. Schéma výroby a zpracování skla



V technice se nejvíce používá skla u optických zařízení a v elektrotechnice. Značný význam má i jako doplněk strojních zařízení.

Optická skla lze rozdělit na: skla pro optické čočky a hranoly a skla se zvláštní světelnou propustností, jež propouštějí nebo zadržují určité druhy záření.

Elektrotechnická skla se rozděluje na skla izolační, z nichž se lisují izolátory, podložky aj., skla zátavová, která se používají k výrobě baněk žárovek, elektronek, fotonek, obrazovek apod.

Ze skla se vyrábějí skleněná potrubí pro potravinářský průmysl, měřidla, různé přístroje a součásti, u nichž se žádá malý otěr. Používají se též skla bezpečnostní, vodoznaková, laboratorní apod.

K významným technickým výrobkům patří i skleněná vlákna, která jsou pružná, pevná a nehořlavá. Používá se jich jako přísad do látek, kde zabraňují jejich mačkání, jako plnidel do polyesterů (skelné lamináty) a izolují se jimi části pro vysoké teploty.

Technická keramika

Keramické výrobky se získávají z rozemletých minerálních hmot. Potřebného tvaru se u nich dosahuje formováním. Konečné vlastnosti jim dodává slinutí (pálení) v žáru. Tak vznikají materiály, které mají důležitost i ve strojírenské výrobě. Nejčastěji jsou to:

technický porcelán, technická kamenina, tavený čedič.

Technický porcelán se vyrábí z kaolinu (asi 50 %, křemene 25 % a živce 25 %). Rozemletá směs se po odležení zpracovává lisováním, vytlačováním nebo litím. Na vysušený výrobek se nanáší povlak zvaný glazura; vypaluje se při 1 500 °C. Vzniká hutný výrobek s nepatrnými póry.

Porcelán vyniká vysokou mechanickou pevností (na závalu je pouze nižší rázová houževnatost), velmi dobrými elektroizolačními vlastnostmi a velkou tepelnou odolností. Těchto vlastností se využívá nejvíce u součástí strojů, přístrojů a zařízení v elektrotechnickém průmyslu. Za normálního tlaku nepropouští vodu ani plyny a snese teplotu až 1000 °C.

Technická kamenina se vyrábí z kameninových jíílů a vypaluje se při teplotě 1 200 až 1 300 °C. Od bílého porcelánu se liší tmavohnědou barvou a je mnohem křehčí. Pro dobrou chemickou odolnost je vhodná k výrobě van.

Čedič se slévá jako litina, tj. do forem. Výrobky se vyznačují velkou tvrdostí (téměř jako korund) a velmi vysokou odolností proti opotřebení, a dobrou chemickou odolností. Používá se ho nejvíce u zařízení, která jsou namáhána na otěr (např. zařízení pro dopravu uhlí, štětku, strusky apod.) nebo i chemicky. Vykládají se jím dopravníkové žlaby, potrubí, nádrže, rampy, odstruskovací zařízení apod. Tavený čedič. Čedič je snadno tavitelný. Rychlým chladnutím vznikne výrobek sklovitý, pomalým chladnutím krystalický. Podobně jako u kovů závisí vlastnosti, zejména mechanické, na druhu a velikosti krystalů. Ty je možno regulovat rychlostí chladnutí, a tak vytvořit řadu výrobků s různými vlastnostmi.

Maziva se nepoužívají jen k snížení tření mezi vzájemně se otírajícími plochami, ale i k ochraně čistého kovu proti účinkům koroze, zejména atmosférické.

Druhy maziv

1. Rostlinné oleje; získávají se lisováním jader a semen různých rostlin (olej řepkový, ricinový, lněný, slunečnicový aj.).
2. Živočišné tuky; získávají se z tučných částí těl zvířat nebo z kostí (např. lůj, rybí tuk, kostní tuk atd.).
3. Minerální maziva; vyrábějí se zejména z ropy. Z ropy se destilací získávají jednak podíly lehčí (benzíny, petroleje, motorová nafta) a jednak podíly těžší (mazací oleje). Většina těchto látek se pak ještě dále zušlechťuje rafinací.

Protože se rostlinné oleje a živočišné tuky delším skladováním znehodnocují, používá se ve strojírenství nejčastěji minerálních olejů.

Podle skupenství se maziva dělí na oleje (při normální teplotě jsou kapalné) a mazací tuky (při normální teplotě jsou tuhé). Základním rozlišovacím znakem mazacích olejů je viskozita. Viskozitou se rozumí míra vnitřního tření v kapalině. Čím větší má kapalina vnitřní tření, tím pomaleji teče, a tím má tedy větší viskozitu.

Některé oleje se zušlechťují přísadami (aditivy), a tím se zlepšují jejich vlastnosti. K uměle zušlechtěným minerálním olejům patří i oleje používané k mazání a chlazení při obrábění kovů. Jsou to tzv. řezné oleje, které jsou zušlechtěny umělou nebo mastnou přísadou pro zvýšení přilnavosti.

Zvláštní skupinu tvoří tzv. emulzní kapaliny, používané pro chlazení a mazání při obrábění. Emulze je složena ze dvou kapalin, z nichž jedna je rozptýlena ve tvaru jemných kapek v kapalině druhé. Pro obrábění se nejčastěji používá emulzní kapaliny, která se připravuje rozpouštěním oleje ve vodě. Schopnost emulgace se zvětšuje přidáním některých cizích látek, tzv. emulgátorů (sodná, draselná a jiná mýdla mastných kyselin).

Mazací tuky jsou látky, které se vyrábějí z minerálních olejů, ze zmýdelněného organického tuku a z různých přídavných látek. Mazacích tuků se používá zejména u ložisek o malé obvodové rychlosti a velkých tlacích, u ložisek pracujících v prašném prostředí a u špatně přístupných ložisek. Nedá se jich použít tam, kde má mazivo za úkol zároveň chladit.

Ve všech odvětvích naší výroby se spotřebuje velké množství maziv, proto je třeba s nimi šetřit. Aby bylo možno upotřebených maziv znovu použít, regenerují se (odstraňují se nerozpustné zplodiny oxidace a jiné přímíšeniny).

a podobných výrobků pro chemický průmysl. Je levná, v poslední době se však stále více nahrazuje plasty, které ji předčí pevností, lepší zpracovatelností a často i chemickou odolností.

5. VÝROBNÍ TECHNIKA

5.1. Soustava pracovních prostředků a její význam

Společenskoekonomické formace jsou charakterizovány mj. úrovní výroby,

tj. úrovní pracovních sil a úrovní pracovních prostředků. Pracovními prostředky rozumíme stavební objekty a jejich části - a především technologická zařízení. Optimální využívání těchto lidských a věcných činitelů ve výrobním procesu předpokládá nejen jejich co nejobsáhlejší poznání, ale hlavně znalost trendů celkového vývoje. Technologická zařízení jsou zde nejaktivnější složkou, neboť znásobují produktivní sílu lidské práce.

Stále složitější technickoekonomické otázky výroby, jejich šíře a hloubka si vynucují vzájemnou týmovou spolupráci techniků i ekonomů. Při konstrukčním řešení výrobní techniky musíme mít na zřeteli především:

zabezpečení správné funkce mechanismů stroje

vyřešení nejvhodnějších tvarů detailů a skupin stroje

vybrání nejvhodnějších materiálů a tvarů výchozích polotovarů

určení nejekonomičtějšího a nejrychlejšího způsobu výroby a montáže částí, skupin a celku.

Aby tato spolupráce byla možná - a to nejen v rámci státu - bylo zapotřebí sjednotit odbornou dorozumívací terminologii a blíže specifikovat některé základní pojmy.

Z a ji zení je nejširší obecný pojem pro určitý soubor pomůcek/ které usnadňují lidskou činnost/ se společným provozním určením. Zahrnují stroje a aparáty-

Stroje podle stupně dokonalosti usnadňují/ zpřesňují/ zrychlují/ příp.zcela nahrazují lidskou práci. Skládají se z ústrojí a mechanismů. Organické spojení dvou nebo více strojů tvoří soustrojí. Nedílnou součástí strojů bývají přístroje/ nářadí a nástroje.

Aparáty jsou zařízení ve kterých se uskutečňují jednotkové chemické procesy, biochemické procesy anebo jaderné procesy. Spojením dvou nebo více aparátů vznikají aparatury.

5.2. Přehled a rozdělení výrobní techniky

Technika jako souhrn materiálních prostředků/ jakož i způsob jejich použití v procesu společenské výroby/se rozděluje na techniku výrobní /nástroje/ stroje, aparáty/ dopravní prostředky/ spoje, výrobní zkušenosti a znalosti aj./ a nevýrobně /technika v oblasti zdravotnictví/ kultury, sportu apod./.

Výrobní techniku můžeme rozčlenit do čtyř základních skupin. Těmito skupinami jsou:

- dopravní technika

- energetická technika
- technologická technika
- informační technika.

5.2.1. Dopravní technika

1) Hlediska členění závodové dopravy a dopravních prostředků

Dopravní technika zaujímá významné postavení v závodové dopravě, kde zajišťuje dopravu hmot, tj. surovin, materiálů, polotovarů, finálních výrobků, ale i odpadu a obalového materiálu. Závodová doprava zahrnuje veškerou dopravu hmot, provozovanou dopravními prostředky a pracovními silami závodu.

Dopravní techniku, zahrnující velké množství druhů dopravních prostředků, lze rozdělit podle různých hledisek. Rozeznáváme:

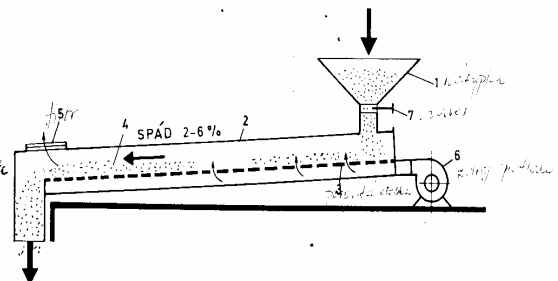
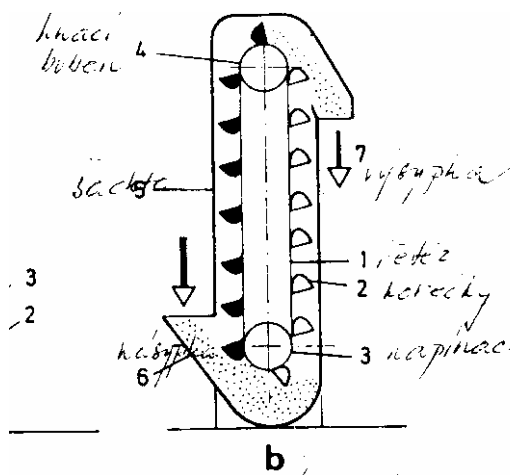
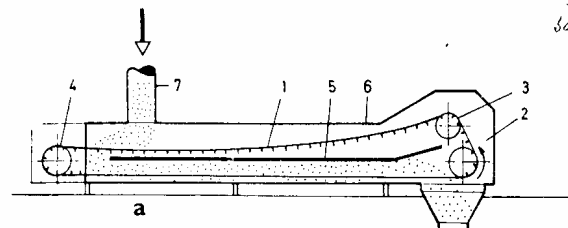
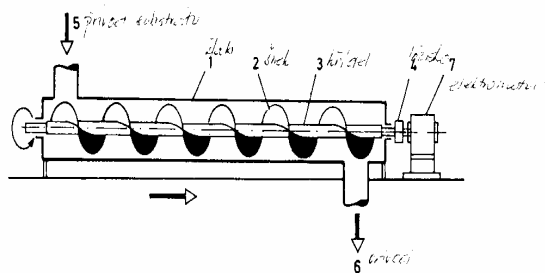
- a) podle druhu nosného média
 - dopravu mechanickým orgánem
 - dopravu tekutinou /tj. kapalinou nebo plynem/
- b) podle druhu dopravních prostředků
 - kolejové a bezkolejové dopravní prostředky
 - dopravníky
 - zdvihačí prostředky
 - pneumatické dopravní prostředky
 - hydraulické dopravní prostředky
- c) podle pohybu dopravované hmoty
 - dopravní prostředky pro přetržitou dopravu
 - dopravní prostředky pro nepřetržitou dopravu
 - dopravní prostředky pro kombinovanou dopravu
- d) podle druhu dopravované hmoty
 - dopravní prostředky pro dopravu sypkých hmot
 - dopravní prostředky pro dopravu sypkých i kusových hmot
 - dopravní prostředky pro dopravu kusových hmot

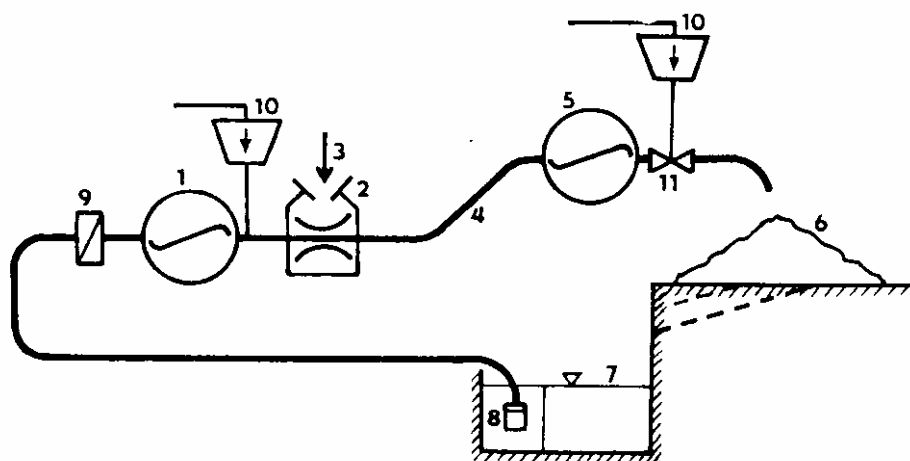
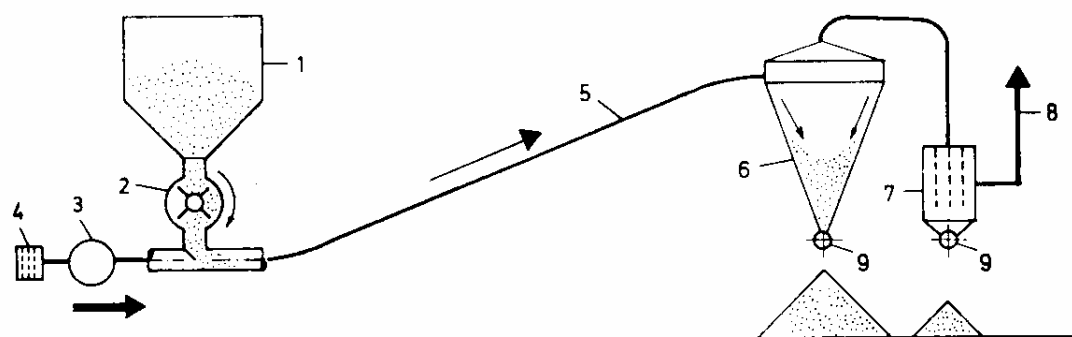
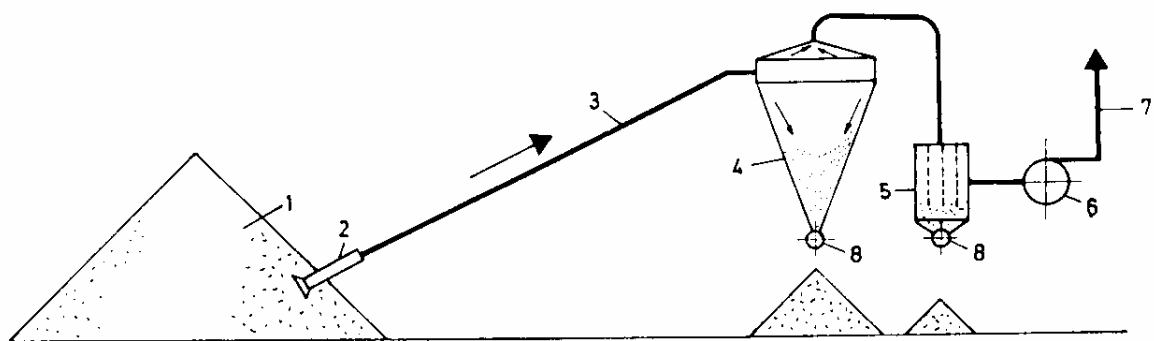
Rozdělení dopravních prostředků podle druhu dopravované hmoty

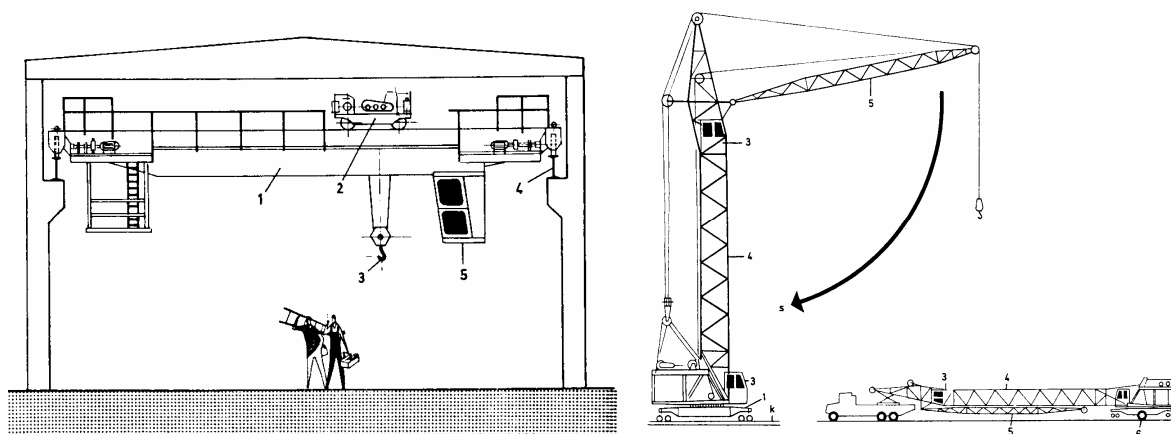
Podle druhu dopravované látky můžeme dopravní zařízení rozdělit

- spec. dopravníky
- šnekové dopravníky
- redlery
- korečkové elevátory
- hřeblový dopravník

- pásový dopravník
- dopravní skluzy
- válečkové tratě
- podlahové řetězové dopravníky
- podvěsné dopravníky
- jeřáby
- výtahy
- železniční dopravní prostředky
- automobilová doprava
- pneumatické dopravní prostředky
- podtlaková pneum. doprava
- přetlaková pneum. doprava
- doprava čeřícími žlaby
- hydraulické dopravné prostředky
- pístová čerpadla
- odstředivá čerpadla



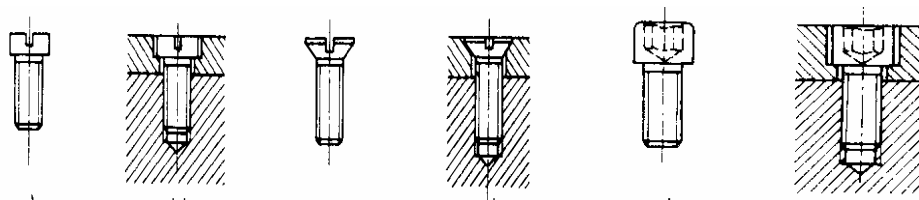




5.2.2. Druhy spojovacích Šroubu, matic a podložek

Normalizovány jsou běžně spojovací šrouby, které lze dělit. např. podle druhu materiálu na šrouby ocelové a ostatní (mosazné a i materiálů podle zvláštního předpisu - viz ČSN 02 1010), podle technologie výroby na šrouby tvářené za tepla nebo za studena a na šrouby soustružené, frézované, dále podle způsobu výroby závitu na šrouby se závitem metrickým, lichoběžníkovým atd., podle přesnosti výroby na šrouby hrubé a přesné a podle tvaru na Šrouby b hlavou a na šrouby bez hlavy. Rozdělení Šroubu podle tvaru je v přehledu:

Šrouby	s hlavou	-- přesné a hrubé šrouby se šestihrannou hlavou (obr. 7, 8) -- šrouby s válcovou hlavou (obr. 9) -- šrouby s válcovou hlavou s vnitřním šestihranem (obr. 11) -- zápustné šrouby (obr. 10) -- zápustné šrouby s hlavou čokovitou -- šrouby s půlkulovou hlavou -- upínací šrouby (obr. 12)
	bez hlavy	-- závrtné šrouby (obr. 13) -- stavěcí šrouby se zářezem (obr. 16)



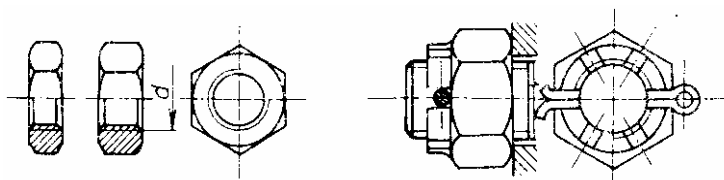
K některým šroubovým spojům se používají různé normalizované matice. které se podle tvaru dělí na **šestihranné, korunové, kruhové, uzavřené** aj.

Nejčastěji se v šroubovém spoji používají přesné **šestihranné normální**, popř. **nízké matice** (obr. 17).

K lemu/ účelu slouží i **korunové matice** (obr. 18). v jejichž zářezech a dírou dříku Šroubu prochází závlačka při) pojištění matice.

Kruhové matice se používají ke spojmům otáčejících se součástí různých pracovních si rojů a nástrojil. Podle přístupnosti a rozměrů šroubového >poje se volí druh kruhové matice. Kruhové matice s otvory a se záře/y i obr. 19) se vyrábějí většinou jen do menších velikostí, např. do M 12. Používají se např. u lapovacích rozpínacích trnů a u rozpínacích výstružníku atd.

Upínací a stahovací matice se používají i u velkých spojů přístupných na obvodu, např. pro osové zajištění kuličkových ložisek 'obr, 20b) nebo ozubených kol na hřídeli a úl.



Pod hlavami šroubu a matic se často dávají **podložky**, zejména má-li se předejít zamačkávání matice do méně pevného materiálu nebo je-li povrch součásti pod maticí neobrobený. popř. nerovný. Některé podložky pojišťují šroubový spoj proti uvolnění.

Nejčastější jsou podložky pro šroub\ ^e Šestihrannou hlavou, které jsou **lisované** — tvaru A) nebo **soustružené** - tvar Podle tvaru A se vyrábějí též podložky **hrubé**.

Pružné podložky jsou kalené, šikmo proříznuté a s tak vyhnu-:>:ni konci, že po nich styková plocha matice při utahování klouže. Při utažení spoje zabraňují ostré pružící konce podložky uvolnění matice, . když spoj podléhá otřesům a dynamickému namáhání.

Pojistné **podložky jsou** např. s jazýčkem a podložky k maticím upínacích pouzder pojišťují šroubový spoj proti uvolnění. Všechny tyto podložky jsou z tenkého plechu, a proto se po utažení spoje dají snadno ohnout k některé stěně matice a spojované součásti. Při demontáži spoje se ohnutá část podložky narovná. Vzniká-li u spoje nebezpečí, že se v provozu může uvolnit Šroub, musí se pojistit hlava -roubu.

5.3. Klíny, pera a jejich spoje

Klínový spoj slouží k přenosu otáčivého porubu z jedné součásti na druhou. Obvykle jde o spoj hřídele 5 nábojem.

Druhy klínových spojů

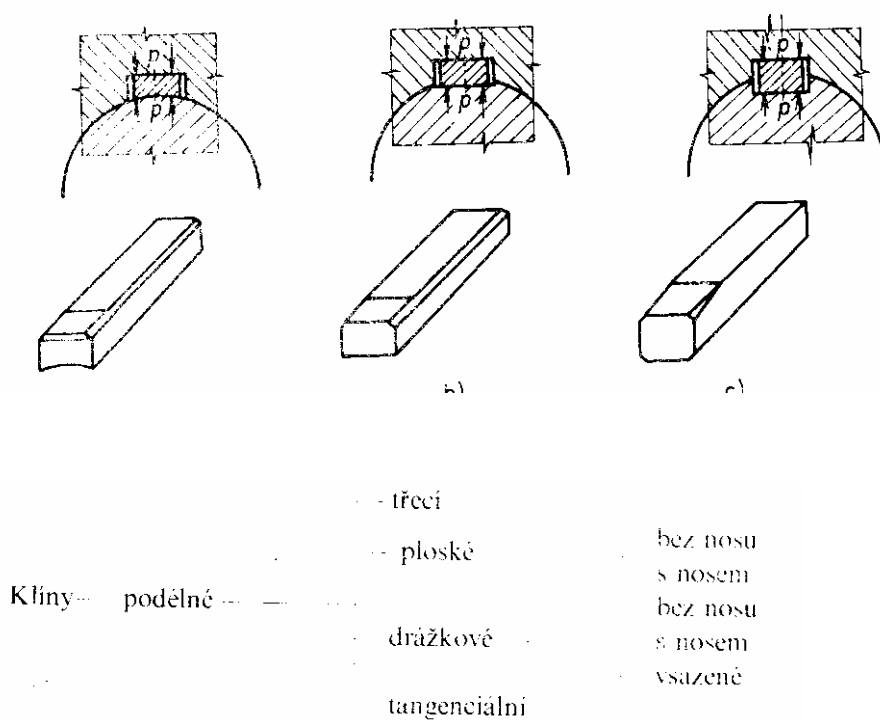
Klínový spoj s podélnými klíny /ujišťuje spojení např. hřídele s ozubenými koly, řemenicemi (obr. 29). setrvačníky a pod.

Podélné klíny mají podélnou osu rovnoběžnou s osou hřídele. Jejich rozměry, mezní úchytky a přiřazení k hřídelům jsou normalizovány. Drážka v náboji má stejný úkos jako klín, tj. 1 : 100.

Třecí (torný) klín bez nosu nebo s nosem je na obr.

Dosedací plocha klínu je vydutá. Přenáší jen malý krouticí moment, a to třením v oblé části. Při velkých momentech může dojít k prokluzování spoje.

Ploské klíny bez nosu nebo s nosem přenášejí menší krouticí momenty. Hřídel je v místě spoje zploštěn pro uložení spodní rovinné stykové plochy klínu. Na hřídeli je vytvořena rovná ploška, která brání vzájemnému pootočení hřídele a klínu.



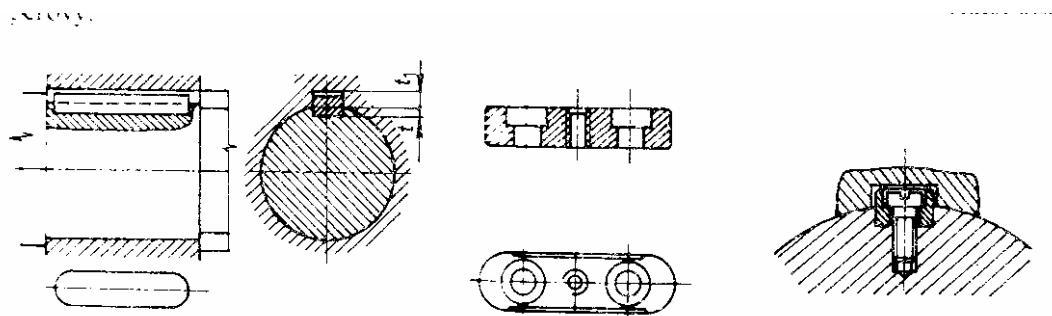
Drážkované klíny přenášejí velké krouticí momenty. Klín je narážen do drážky v hřídeli i v náboji. Tyto klíny se v praxi používají nejčastěji.

Tangenciální klíny přenášeli velké krouticí momenty i při velkých setrvačných silách a při nárazovém zatížení. Pro měnění směru otáčení se používá ji dva páry klínů vzájemně umístěných pod úhlem 120° popř. 180°

K. výhodám klínového spoje patří jednoduchost a možnost osového pojištění spoje. Nevýhodou je však poměrně obtížná montáž a zeslabení průřezu hřídele.

Druhy pérových spojů

Pera mají podobný tvar i účel jako vsazené klíny, avšak nemají úkos trojní součásti se mohou po hřídeli posouvat. Boky pera licují v drážce hřídele a přenášejí tak celý krouticí moment. Mezi horní plochou pera a drážkou v náboji je vůle. **Pérový spoj** je proti klínovému výhodnější tím, při něm nevzniká výstředné uložení a nasazené kotouče neházejí. Všude kde se žádá přesná souosost s nasazením součástí, volí se vždy spoj pérový



Normalizovaná pera jsou pera těsná, výměnná a Woodruffova,

Těsná pera (obr 32) se vkládají do drážky v hřídeli a na ně se mírným línkem nasune součást s nábojem tak, že nevzniká radiální síla. Spoj však musí být zajištěn proti osovému posuvu.

Výměnnými pery s jedním nebo dvěma šrouby se umožňuje přenášení kroutícího momentu např. přesuvnými ozubenými koly nebo ozubenými spojkami. Používá se jich při kusové výrobě a většinou jen při občasném přesouvání kol nebo spojek. Výměnná pera se vyrábějí pro hřídele od $\varnothing 22$ mm.

Úsečová pera se nejčastěji používají u silničních vozidel pro spoje neposuvných součástí.

Kolíky a kolíkové spoje

Kolíky se nejčastěji používají ke spojení dvou, popř. i více částí, nebo k zajištění přesné vzájemné polohy; spojovaných částí.

Nejčastěji se kolíky rozdělují na válcové a kuželové a válcové na hladké a ryhované. Základní druhy kolíků a příklady jejich použití jsou v tab

Tab. 2. Výběr základních druhů kolíků a jejich použití

Název	Funkce a použití		
Válcové kolíky	vodicí	zajišťovací	spojovací (spárový)
Pružné kolíky	spojovací		
Rýhované kolíky	spojovací		
Kuželové kolíky	zajišťovací	spojovací	
Kuželové kolíky s vnějším závitem	zajišťovací		
Kuželové kolíky s vnitřním závitem	zajišťovací		

Válcový kolík může být buď vodicí (zajišťuje vzájemnou polohu částí při pohybu jedné z nich), nebo zajišťovací (zajišťuje při demontáži žádanou vzájemnou polohu spojovaných částí), popř. spojovací (spáro vy) — k pevnému spojení dvou částí přenášejících krouticí moment.

Kolíky s konci k roznýtování umožňují kloubové a otočné spojení dvou součástí. Roznýtováním se zabraňuje vypadnutí kolíku. Mají stejnou funkci jako spojovací čep\.

Pružné kolíky jsou kalené. Vnější průměr kolíku je o něco větší než, průměr díry, do níž se zaráží, takže v ní pruží. Je vhodný pro spoje, na které působí chvění nebo rázové síly. Jejich spolehlivost se demontáží nezmenšuje.

Rýhované kolíky mají tři podélné rýhy rovnoměrně rozdělené po obvodu. Rýhy mají po celé délce stejnou nebo i nestejnou hloubku, a jsou buď v celé délce, nebo jen v části délky kolíku. Vytlačení rýh vzniknou na kolíku výstupky, které se po zaražení kolíku do díry stlačí a pružností vyvolají značný radiální tlak. Rýhované kolíky jsou proto odolné proti uvolnění. Nehodí se však pro spoje, které se často rozebírají. Spoj s těmito kolíky je levnější než s kolíky kuželovými (odpadá vystružování), neboť díra je jen vrtaná.

Kuželovými kolíky se dosahuje pevného spojení: po demontáží zajišťují vzájemnou polohu spojovaných částí. Jsou určeny převážně pro neprůchozí díry. Jejich kuželovitost 1 : 50 zajišťuje samosvornost. Díry pro tyto kolíky se po vyvrtání musí vystružit. Zarážením kolíku do díry vzniká pružná deformace v kolíku i ve spojovaných částech. U otáčejících se součástí konce kolíku nemají vyčnívat, aby se zabránilo úrazu.

Nejčastěji se kuželové kolíky používají jako zajišťovací k zajištění často pracně seřazené a nastavené vzájemné polohy spojovaných částí (např. posuvné skříně k loži soustruhu) nebo jako spojovací, jimiž se přenáší menší síly nebo menší kroutící momenty.

Kuželové kolíky s vnějším závitem nebo s vnitřním závitem a s hlavou jsou vhodné pro spoje s neprůchozí dírou. aby bylo možno kolík uvolnit a vyjmout.

6. SOUČÁSTI K PŘENOSU OTÁČIVÉHO POHYBU

K přenosu otáčivého pohybu se používají čepy, hřídele, ložiska a spojky.

6.1. Čepy

6.1.1. Spojovací čepy

Používají se např. pro kloubové spojení táhla a vidlice. Přenášejí tah nebo tlak kolmý na osu cepu. Jsou namáhány na ohyb a otláčení. Většina spojovacích čepů je normalizována

Tab. 5. Přehled normalizovaných čepů

Tvar	Příklad označení	Poznámka
	ČEP 16 x 50 ČSN 02 2101.00	Čep hladký o průměru $d = 16$ mm bez děr s mezními úchytkami h11, s délkou $l = 50$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 2$ až 100 mm
	ČEP 16 x 50 ČSN 02 2102.00	Čep hladký o průměru $d = 16$ mm bez děr s mezními úchytkami h8, s délkou $l = 50$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 1$ až 50 mm
	ČEP 16 x 50 x 40 ČSN 02 2106.00	Čep hladký o průměru $d = 16$ mm s mezními úchytkami h11, s délkou $l = 50$ mm, s dírami pro závlačky, s roztečí děr pro závlačky $l_1 = 40$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 3$ až 100 mm
	ČEP 16 x 50 x 40 ČSN 02 2107.00	Čep hladký o průměru $d = 16$ mm s mezními úchytkami h8, s délkou $l = 50$ mm, s dírami pro závlačky, s roztečí děr pro závlačky $l_1 = 40$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 3$ až 50 mm
	ČEP 16 x 50 x 40 ČSN 02 2108.00	Čep hladký o průměru $d = 16$ mm s mezními úchytkami f8, s délkou $l = 50$ mm, s dírami pro závlačky, s roztečí děr pro závlačky $l_1 = 40$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 3$ až 24 mm
	ČEP 16 x 50 ČSN 02 2109.00	Čep s hlavou o průměru $d = 16$ mm s mezními úchytkami h11, s délkou $l = 50$ mm, z automatové oceli bez úpravy povrchu $d = 3$ až 100 mm
	ČEP 16 x 50 x 40 ČSN 02 2111.00	Čep s hlavou o průměru $d = 16$ mm s mezními úchytkami h11, s délkou $l = 50$ mm, s dírou pro závlačku ve vzdálenosti $l_1 = 40$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 3$ až 10 mm
	ČEP 16 x 50 x 40 ČSN 02 2112.00	Čep s hlavou o průměru $d = 16$ mm s mezními úchytkami f8, s délkou $l = 50$ mm, s dírou pro závlačku ve vzdálenosti $l_1 = 40$ mm, z automatové oceli, bez úpravy povrchu $d = 3$ až 24 mm

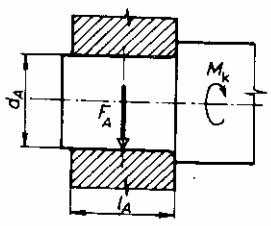
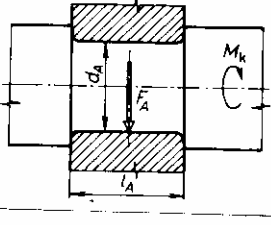
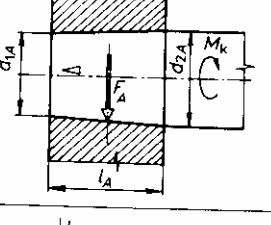
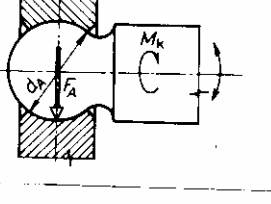
6.1.2. Hřídelové čepy

Hřídelové čepy jsou částí hřídele, jimiž je hřídel uložen v ložiskách. Reakce vyvolané zatížením jsou přenášeny stykovou plochou čepu do ložiskových pánvi. Podle směru působení zatížení jsou hřídelové čepy radiální — reakce působí kolmo na hřídel, axiální — reakce působí v ose hřídele.

1) Radiální čepy

Radiální čepy se rozdělují podle tvaru a umístění na hřídeli (tah. 6). Bývají též samostatnými strojními součástmi.

Tab. 6. Tvar a rozdělení radiálních čepů

Tvar	Poznámka
	Válcový čep čelní je vytvořen na konci hřídele, tzv. čep koncový
	Válcový čep krční je u hřídele s převislými konci nebo u hřídele uloženého na více než dvou ložiskách
	Kuželový čep zachytí též menší axiální sílu. Především zajišťuje hřídel proti osovému posunutí v jednom směru
	Kulový čep umožňuje vychýlení hřídele ve všech směrech. Používá se pro malé zatížení a rychlosti. Čep bývá ocelový kalený a pánev bronzová

6.2. Hřídele

Hřídel je součást pohybového ústrojí strojů nebo mechanických převodů sloužící k přenosu otáčivého pohybu a mechanické práce (krouticího momentu). Podle funkce a namáhání můžeme hřídele rozdělit na nosné a hybné

1) Nosné hřídele

Jsou to válcové součásti, uložené většinou nepohyblivé v rámu stroje. Nesou otáčející se součásti jako kladky, bubny zdvihadel, pojezdná kola.

Vodící kladky řemenu a lan, napínací kotouče, páky a jiné otáčející se součást. K nosným hřídelům patří i nápravy s naklínovanými nebo nalisovanými koly. Nosné hřídele jsou namáhány pouze na ohyb.

2) Hybné hřídele

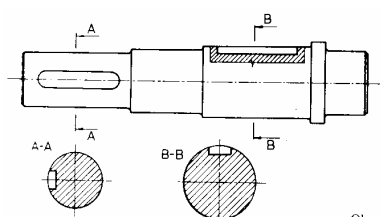
Hybné hřídele jsou namáhány především kroutícím momentem, který přenášejí z místa pohonu k místu pracovnímu. Na hybných hřídelích jsou upevněny řemenice, ozubená kola, lanové kotouče, spojky atd. Hřídele jsou otočně uloženy v ložiskách.

Přímé hřídele jsou nejčastější součásti převodového ústrojí jako hřídel spojovací, hnací, předlohový nebo hnaný. K dosažení přesných ploch pro uložení nábojů ozubených a řetězových kol, řemenic apod. k vytvoření hřídelových čepu musí být hřídel průměrově odstupňován - osazen.

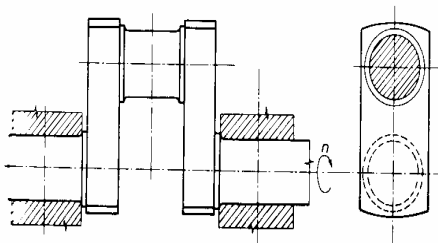
Klikový hřídel je součástí klikového ústrojí, měnící přímočarý pohyb na pohyb otáčivý

Dutý hřídel má při téže hmotnosti značně větší kvadratický moment průřezu a průřezový modul v ohybu než hřídel přímý. Je výrobně nákladnější. Dutý hřídel se používá při velkých vzdálenostech ložisek, u lehkých konstrukci (letadlové a lodní motory). nebo tam, kde pracují dva hřídele v sobě

Ohebný hřídel se používá tam, kde je třeba v průběhu práce měnit polohu hřídele hnacího vzhledem k hnanému.



Obr. 68. Přímý hybný hřídel

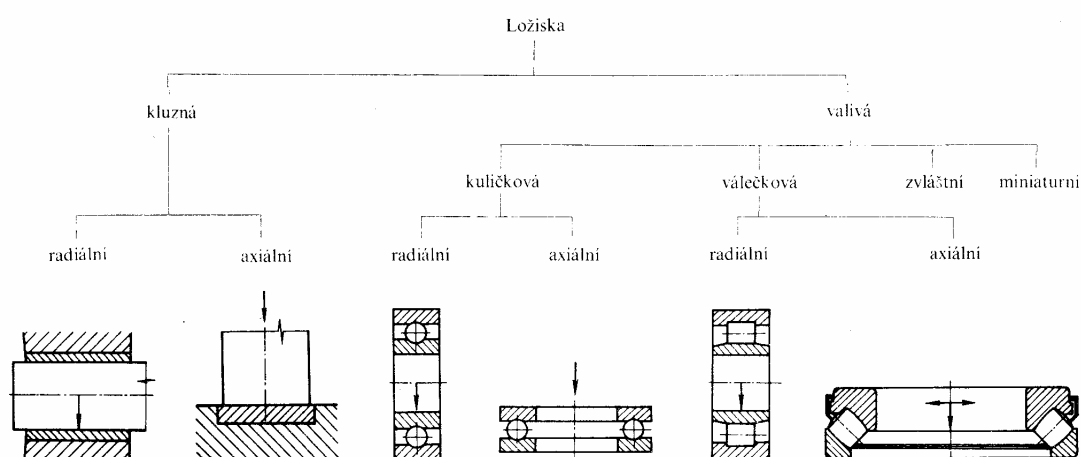


6.3. Ložiska

Ložiska jsou strojní součásti, které umožňují hřídelům a čepům točivý pohyb kolem vlastní osy a přenášejí z nich zatížení na jiné části stroje.

Podle toho, jaký druh tření vzniká mezi stykovými plochami, rozdělujeme ložiska do dvou základních skupin: **kluzná ložiska**, **valivá ložiska**. Ložiska obou těchto skupin mohou být **radiální a axiální** (tab. 8). (Radiální síla působí kolmo na osu čepu. axiální síla působí ve směru osy.)

Tab. 8. Rozdělení ložisek



6.4. Hřídelové spojky

Hřídelové spojky jsou strojní součásti, které spojují **trvale** nebo **dočasně** hnací hřídel s hnaným nebo **chrání** hnací stroj před přetížením.

Základní rozdělení spojek mechanicky neovládané, mechanicky ovládané, hydraulické, elektrické, magnetické.

Nepružné pevné spojky

Nejjednodušší pevná spojka je **trubková**. Je to vlastně tlusto-stehna trubka, do níž se nasunou oba konce spojovaných hřídelů a spoji se klíny s nosem, kolíky nebo šrouby. **Korýtková spojka** se skládá ze dvou podélně dělených litinových korýtek spojených čtyřmi až osmi šrouby. Jedno korýtko se zajišťuje perem proti pootočení. Spojem mezi hřídelem a spojkou je silovým stykem.

U hřídelů velkých průměru, kde by korýtkové spojky již byly příliš velké a těžké, se používají **spojky kotoučové** (obr. 92). Dva náboje s kotouči jsou nasazeny na koncích hřídelů a jsou zajištěny pery, klíny apod. a spolu spojeny šrouby.

Kotoučové spojky se z čepu hřídelů nesnadno snímají, proto musí být ložiska a ostatní součásti na hřídeli dělené. Má-li se kotoučová spojka snadno demontovat (na delší dobu), vkládá se mezi kotouče dvoudílný kroužek.

Nepružné vyrovnávací spojky

Axiální **trubková** spojka (obr. 93) má hřídel uložen např. v otvoru hnaného hřídele s malou vůlí a připouští osový posuv. Používá se k přenášení malých kroutících momentů - u malých čerpadel, přístrojů, pomocných zařízení, kuchyňských strojů apod.

Radiální spojka s křížovým kotoučem (obr. 94) se skládá ze dvou stejných částí a ze středícího křížového kotouče, který zapadá výstupky do vybrání obou dílů spojky. Tato spojka připouští určitou nesouosost hřídelů možnost úpravy jako spojka dilatační. Používá se u převodovek obráběcích strojů a pro přenos velmi malých kroutících momentů u různých přístrojů.

Kloubové spojky používáme ke spojení různoběžných nebo i rovnoběžných nesouosých hřídelů (obr. 95). Dvě shodné části (vidlice) upevněné na koncích hřídelů jsou spojeny křížovým kusem tvaru kvádrů. Kloubové spojky se používají zejména u vozidel, jeřábů, obráběcích, hospodářských a papírenských strojů apod. Nehodí se pro vysoké otáčky.

Univerzální zubová spojka (obr. 96) se skládá z části 1 s vnitřním ozubením a z části 2, která zasahuje vnějším ozubením do vnitřního ozubení části 1. Vnitřní prostor je zčásti vyplněn olejem, který při otáčení spojky maže všechny zuby. Výhodou této spojky je malá hmotnost, malý moment setrvačnosti, snadná údržba a možnost vychýlení hřídele; nevýhodou je nákladná výroba. Používá se u turbín, jeřábů, ve válcovnách apod.

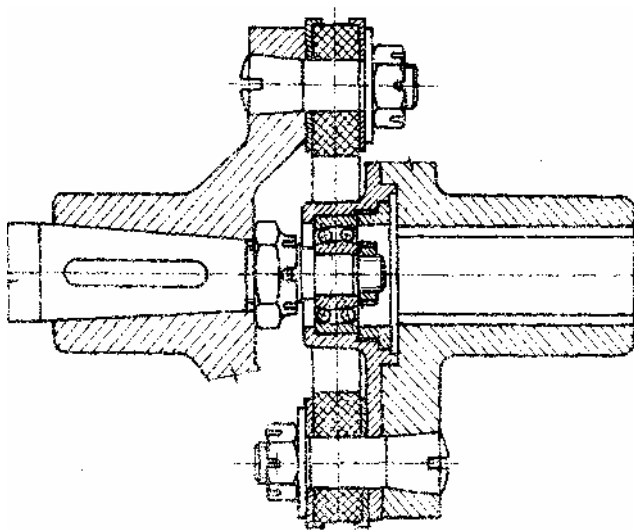
Spojky pružné

U pružných spojek jsou hřídele spojeny prostřednictvím pružné vložky; proto mohou kromě přenášení kroutícího momentu vyrovnávat úhlové vychýlení a radiální nebo axiální posunutí hřídele, tlumit rázy přenášené z jednoho hřídele na druhý, chránit zařízení před nežádoucím kmitáním apod.

Základní typy této spojky jsou i pružná spojka s pryžovým kotoučem

(obr. 97a) a pružná spojka s nekovovými pouzdry (spojka čepová, obr. 97b). Spojka se skládá ze dvou kotoučů s náboji. Čepy s kotouči jsou odlity \ celku, nebo jsou zalisovány do otvorů \ kotoučích nebo na kužel a zajištěny maticí se závlačkou. Dutá pouzdra jsou z pryže nebo polyamidu. Spojka má jednoduchou konstrukci. Uchy chod a \ tváří izolační prvek mezi motorem a hnanou částí. např. čerpadlem.

Na obrázku je konstrukce pružné spojky polygonové (Hardyho): na koncích obou hřídelů jsou nasazeny dva stejné, nejčastěji tříramenné unášče. (sou spojeny s pružným kotoučem šrouby.



Hardy spojka

Dalším druhem pružné spojky je spojka obručová (Perifex). Její konstrukce je jednoduchá: skládá se ze dvou kotoučů, pryžové obruče tkaninovou vložkou nebo s ocelovými drátky. Tato spojka se jednoduše a snadno montuje i při nedostatku místa, poněvadž se dá obruč montovat ; demontovat, ani/ ?e musí některá ze spojovaných částí posunovat. Spojka dovoluje úhlovou výchylku, vyosení hřídelů a axiální posuv. Dost často bývá používána s jiným druhem spojky.

Pro přenos velkých kroutících momentů a pro rázová zatížení používáme **pružnou spojku s hadovitými pružinami** (Bibi). Spojku tvoří dva stejné náboje s přírubami a ocelový pás, který je hadovitě vinut v drážkách obou přírub, takže tvoří pružinu. Spojka je vhodná pro spojování hřídelů za nejnepříznivějších provozních podmínek, jako jsou např. kolísavý kroutící moment, časté obrácení chodu, např. u válcovacích stolic. Spojka dovoluje menší nesouosost hřídelů, připouští malou dilataci v axiálním směru, tlumí rázy a kmity, snižuje nerovnoměrnost chodu a má velkou životnost.

6.5. Mechanicky ovládané spojky

Konstrukce dosud popsaných spojek umožňuje pouze trvalé spojení dvou hřídelů. Velmi často však potřebujeme rozpojit hřídele, a to buď za klidu, nebo při rozbíhání za plného zatížení. K

tomu slouží spojky mechanicky ovládané, které rozdělujeme na výsuvné, pojistné, rozběhové a volnoběžné.

Spojky výsuvné

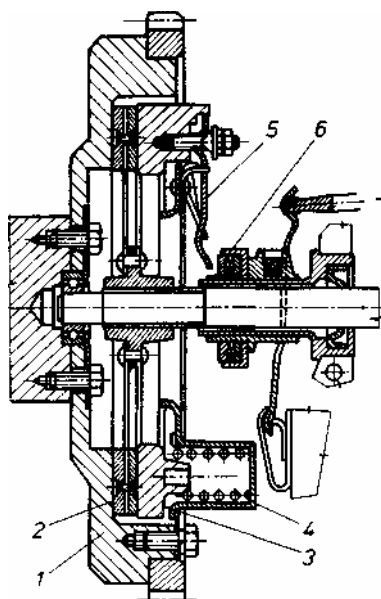
Mezi **výsuvné spojky** řadíme **ozubcovou spojku** (obr. 101). Tento druh spojek spojuje nebo přerušuje spoj dvou hřídelů, které jsou v klidu nebo konají malé otáčky. Kroutící moment se u této spojky přenáší boky zubů nebo zářezů. U spojek výsuvných je jejich jedna část posuvně uložena na peru hnaného hřídele a ovládá se vysouvacím zařízením. Při spojování dvou částí této spojky za běhu vznikají rázy. Spojku (boky zubů) je nutno mazat.

Velkou skupinu výsuvných spojek tvoří **spojky třecí**, které přenášejí kroutící moment pouze třením způsobeným přitlačením kotouče hnaného na hnací. Při rozběhu umožňuje prokluzování spojky pozvolný a plynulý záběr, důležitý např. při rozjíždění vozidel.

Lamelová spojka (obr. 102) má na vnitřním povrchu pláště spojeného s hnacím hřídelem drážky, v nichž se mohou volně posouvat hnací lamely. Mezi hnací lamely jsou vloženy hnané lamely, volně posuvné v dráž- Často se používá spojka, která je kombinací dvou spojek — např. na obr. 104 je lamelová třecí spojka kombinovaná s pružnou spojkou.

Na obrázku 105 je **třecí spojka kotoučová**, která se často používá u automobilů. Od motoru (hnací části) se přenáší kroutící moment na hřídel setrvačníku / a přes kotouč 2 s přinýtovaným třecím obložením na obou stranách disku se přenáší na hnaný hřídel. Spojka je trvale zapojena, její vypínání zajišťují dvouramenné páky 5, které se ovládají přes ovládací kroužek pedálem spojky.

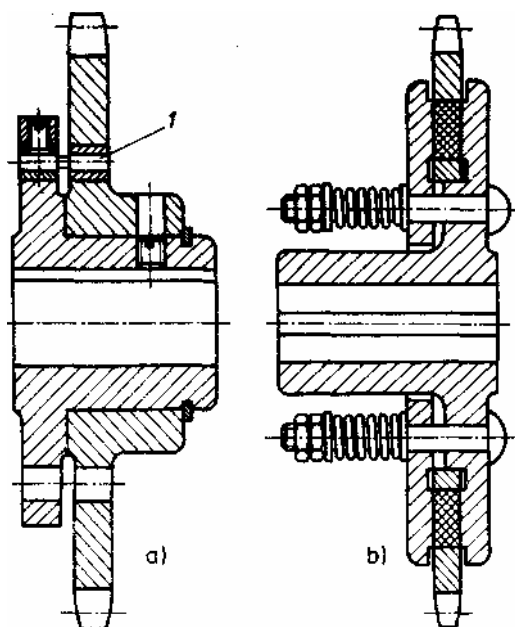
Lamelové spojky mají i pro velké výkony poměrně malé rozměry. Používají se velmi často např. u obráběcích strojů, u tiskařských a textilních strojů, dopravníků, u automobilů a motocyklů apod.



. Třecí spojka kotoučová dvojplochá / -
setrvačník, 2 - hnaný kotouč s nanýtovaným
obložením, 3 — přitlačná deska, 4 —
pružiny, 5 — vypínací dvojramenné páky, 6
— axiální ložisko

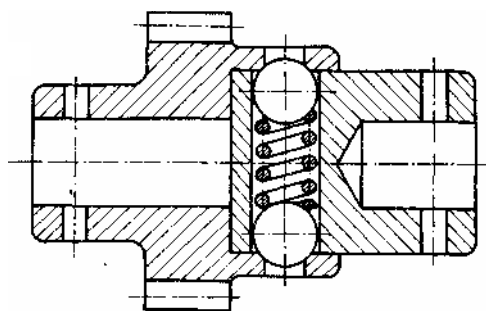
Na obrázku je **lamelová spojka jednokroužková**, která se zapíná pomocí magnetického pole. Tyto spojky mají tvary funkčních ploch stejné jako u spojek řazených mechanicky; liší se od nich způsobem ovládání, které je elektrické. Zavedeme-li do budicí cívky 3 elektrický proud, vytvoří se magnetické pole, kotvová deska se přitlačí tak, že se třecí lamely sevrou, a vzniklým třením se přenáší kroutící moment. Při přerušení proudu odtlačí kolíky pomocí pružin 6 kotvovou desku, lamely se oddálí a spojka se vypne. Spojky pojistné

Pojistné spojky přerušují spoj mezi hřídeli, dosáhlo-li přetížení stroje takové velikosti, že by se poškodily hnací nebo hnané součásti. Nejjednodušší pojištění tohoto druhu je pojištění střížnými kolíky. Kolík má takový průměr, aby se při překročení dovoleného zatížení přestříhl a přerušil spojení. Těchto druhů spojek používáme i pro přenos velkých kroutících momentů.



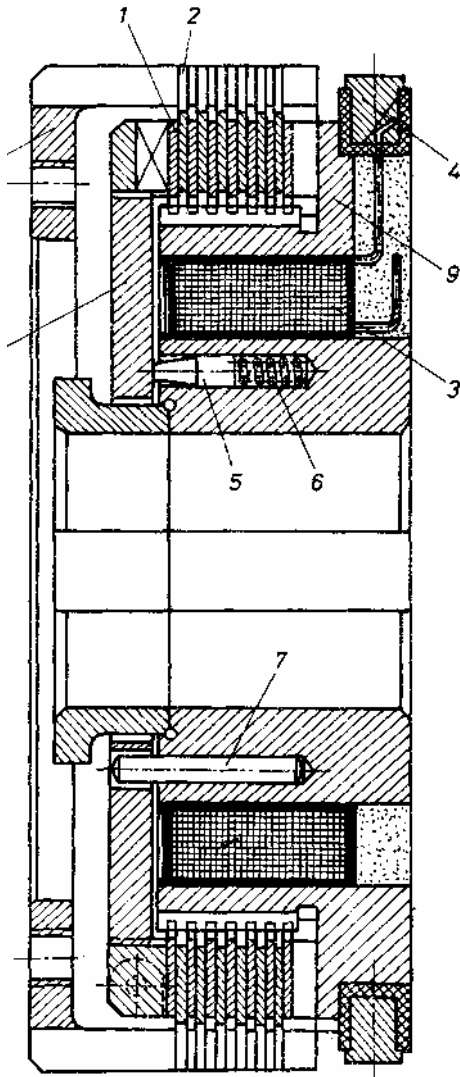
Pojistná spojka se střížnými
kolíky (a), jednoduchá
prokluzovací spojka (b)

Pojistná vysmekovací kuličková spojka



Aby se zvýšilo tření i trvanlivost lamel, jsou na vnitřní ocelové lamely nanášeny vrstvy kovokeramického materiálu, který má výhodné třecí vlastnosti i za vysokých teplot,

Tento druh spojek se používá u obráběcích, textilních strojů apod. a zvláště pro omatizované linky při dálkovém ovládání.



1 — vnitřní lamela, 2 — vnější

lamela, 3 — budicí cívka,

4 — sběrací kroužek.

5 — kolík, 6 — pružina, 7 —

kolík, 8 — kotvová deska, 9 —

magnetové těleso, 10 — hnaná

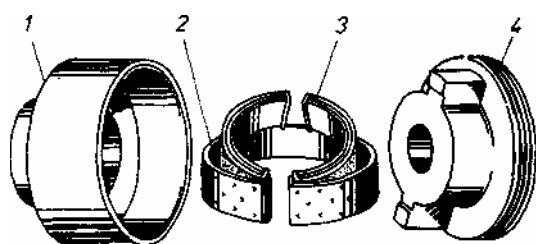
část spojky

Jiný druh pojistné spojky je **spojka prokluzování**. Na obrázku je řetězové kolo a náboj s přitlačnou deskou, pružinami a šrouby. Krouticí moment se přenáší třením lamely mezi dvěma deskami, které jsou k sobě přitlačovány pružinami. Při překročení dovoleného kroutícího momentu, který se dá nařídit předpětím pružin, počne spojka prokluzovat. Spojka je určena pro stroje a zařízení, které budou během provozu krátkodobě nárazově přetěžovány.

Dalším druhem pojistné spojky je **kuličková vysmekávací spojka** (obr. 108). Při přetížení překoná osová síla kuliček tlak pružin a dojde k protočení obou částí spojky. Spojka se používá pro menší a střední kroutící momenty.

Spojky rozběhové

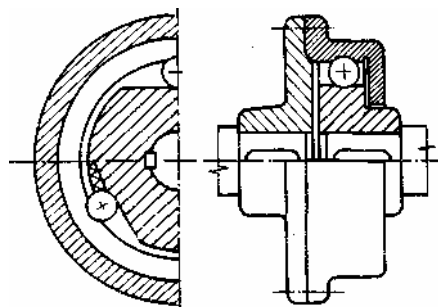
Spojky pracují na principu odstředivé síly. V náboji, který je spojen perem s hnacím hřídelem, jsou v několika vybráních volně uloženy tzv. třecí segmenty, které odstředivou silou zabírají s třecím kotoučem; tento kotouč tvoří hnanou část spojky. Síla přitlačující segmenty na kotouč je tím větší, čím jsou vyšší otáčky, a tím lze dosáhnout vyššího přenášeného kroutícího momentu. Na obrázku 109 je **rozběhová spojka**. Skládá se z hnací části 3, v jejímž vybrání jsou třecí segmenty 2, které zabírají s hnaným třecím kotoučem 1. Záběr hnacího a hnaného ústrojí je plynulý.



Rozběhová spojka / - hnaná
část s třecím kotoučem, 2 —
třecí segmenty, 3 - hnací část

Spojky volnoběžné

Spojky mění spojení hnané a hnací části při otáčení v jednom smyslu. Spojení obou částí se přeruší, předběhne-li hnaná část spojky hnací část, a naopak předhání-li hnací část hnanou, spojí se obě části v pevnou spojku.



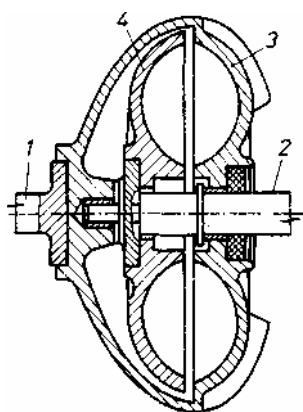
Volnoběžná kuličková spojka

Nejjednodušším typem tohoto druhu je **volnoběžná kuličková**

spojka. Při předbíhání hnací části spojky dojde k zaklínání kuliček nebo válečků v obou částech spojky.

6.6. Hydraulické spojky

Podstatou těchto spojek je hydrodynamický účinek kapaliny v lopatkách. **Hydrodynamická spojka** má hnací (turbínové kolo) a hnanou část (čerpadlo kolo). Obě části mají lopatky, v nichž je olej. Otáčením čerpadlového kola dostává olej odstředivou silou příčnou rychlost; celá náplň oleje získává pohybovou energii. Olej přitéká do turbínového kola, kde předává svou pohybovou energii čerpadlovému kolu. Kapalina obíhá z čerpadla do turbíny a zpět do čerpadla. Rozdílem tlaků se překonávají odpory proti pohybu v mezilopátkových kanálech kol. K tomu je třeba, aby čerpadlové kolo mělo větší počet otáček než turbínové kolo.



. Hydrodynamická spojka
/ — hnací hřídel, 2 — hnaný hřídel, 3 — čerpadlové
kolo (čerpadlo), 4 - turbínové kolo (turbína)

Při plném běhu je mezi otáčkami n_1 a n_2 jen zcela malý rozdíl, tzv. skluz. Hydrodynamická spojka umožňuje plynulý rozběh hnaného stroje. Její využití je mnohostranné, např. u automobilů, dmýchadel, vrtných souprav, drtičů, pásových dopravníků apod.

Vedle popsaných druhů spojek máme ještě **spojky elektrické**. Liší se tím, že u nich nedochází k mechanickému styku částí spojky. Krouticí moment se přenáší vzájemným působením magnetických polí hnací a hnané části spojky.

7. PŘEVODY A JEJICH SOUČÁSTI

Točivý pohyb se přenáší tak, že se mění otáčky, a tím i kroutící momenty; přenášený výkon zůstává teoreticky stejný.

Při přenosu točivého nebo jiného pohybu hřídele hnacího na hnaný se používají **mechanické převody**.

Tyto převody se nejčastěji konstruují jako **převody řemenové, třecí, řetězové a ozubené**.

Mechanický převod se skládá nejméně ze dvou kol, hnacího a hnaného, která jsou buď spojena řemenem, pásem, lanem, řetězem apod., nebo jsou spolu v přímém záběru, např. třecí a ozubená kola. U převodů ozubených a řetězových je stálý převodový poměr; u ostatních převodů (řemenový, lanový, třecími koly apod.) může počet otáček hnaného hřídele mírně kolísat vlivem různých okolností, např. klouzáním řemene na řemenici, prokluzováním třecího kola apod.

Pro označení převodů používáme tzv. **převodové číslo** otáček, průměrů, počtu zubů :

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1} = \frac{z_1}{z_2}$$

U převodů, které přenášejí obvodovou sílu třením (převod třecí, řemenový a lanový), je skutečná obvodová rychlost hnaného kola $v_2 < v_1$, následkem skluzu.

Otáčky hnaného hřídele pak jsou :

$$n_2' = \psi \cdot n_1$$

kde ψ je součinitel, bývá podle druhu převodu 0,95 až 0,99.

7.1. Řemenové převody

7.1.1. Převod plochými řemeny a pásy

Řemenového převodu používáme u těch zařízení, kde není nutný přesný převod, kde záleží na pružném zachycení a tlumení rázů a kde je pro jiný druh převodu vzdálenost hřídelů příliš velká. Další výhodou řemenového převodu je jednoduchá a levná výroba, snadná údržba, možnost současně pohánět několik hřídelů a tichý chod. Nevýhodou jsou větší tlaky na ložiska (předpětí pásu), skluz pásu, špatná odolnost vůči vysokým teplotám, vlhkosti, prachu, nečistotám a oleji. Jednoduchý řemenový převod se

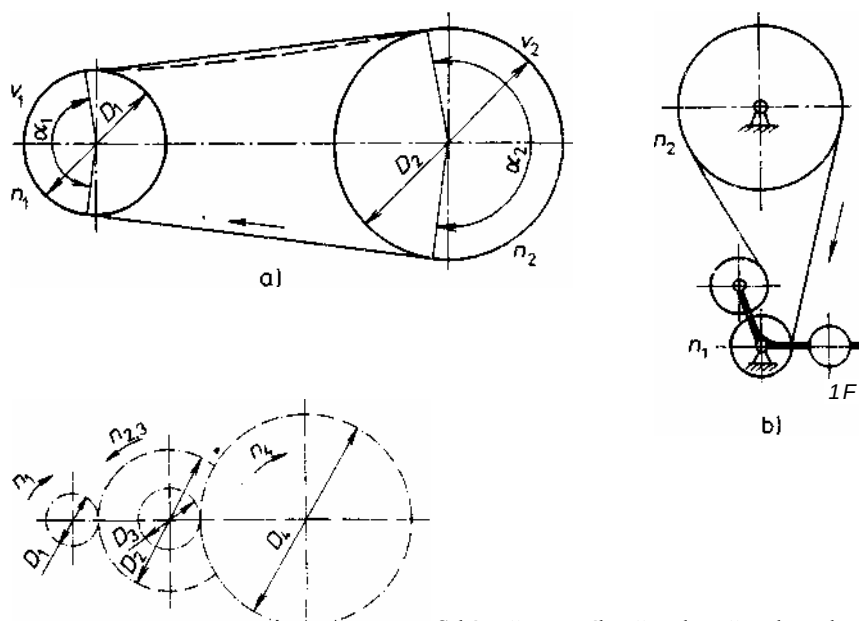


Schéma řemenového převodu a převodu ozubenými koly

skládá ze dvou **řemenic**, z nichž jedna je naklínovaná na hnacím a druhá na hnaném hřídeli, a z řemenu.

Má-li se řemenovým převodem přenášet pohyb a síla, musí být řemen napjat jistou silou. V klidu je napětí v obou částech řemenu stejné. Při přenášení obvodové síly je spodní napjatý řemen namáhán (napínán) více než v horní ochablé části řemenu. Nejvýhodnější uspořádání převodu je takové, při němž hnací a hnaný hřídel jsou ve vodorovné rovině a táhne dolní část řemenu. Prohnutím horní volné části řemenu se zvětší úhly opásání u obou řemenic. Tím je tření mezi řemenem a řemenicemi větší a převod může přenášet větší výkon než při opačném smyslu otáčení řemenic.

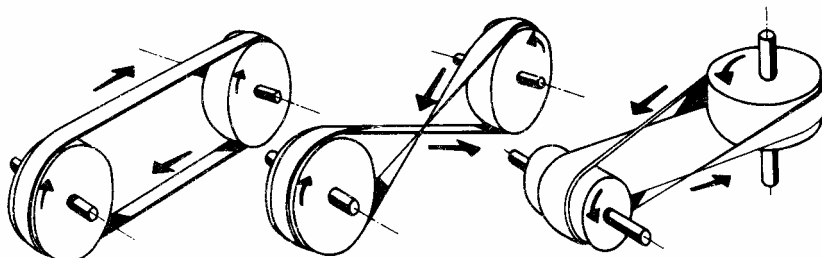
Řemeny se zhotovují z různých materiálů, nejčastěji z kůže, z pryže, z textilních materiálů nebo kombinací několika materiálů.

Pro vlhké prostředí nebo tam, kde se pracuje s kyselinami, jsou nejvýhodnější pásy pryžové, jež tvoří 1 až 8 vrstev bavlněného tkaniva, zavulkanizovaného pryží. Jsou ohebnější než kožené, nemusí se tak napínat, a proto i mírně prokluzují. Běží tiše a jejich trvanlivost je až dvakrát větší než trvanlivost řemenů kožených.

Jiným druhem pásů jsou **tkané (textilní) řemeny**. Jsou měkčí, méně citlivé na prach, vlhkost a vyšší teploty a vzdorují i lépe výparům z louhů, kyselin a benzínu. Řemeny se spojují lepením, spojkou drátěnou, háčkovou nebo drápkovou. Opásání kotoučů může být otevřené, zkřížené a polozkřížené.

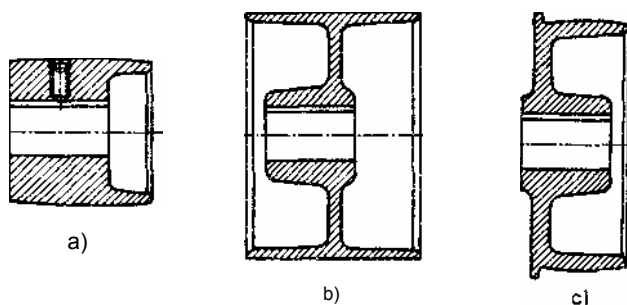
Při stejném smyslu otáčení dvou rovnoběžných hřídelů je opásání kotoučů **otevřené**. Úhel opásání má být tak velký, aby třecí síla mezi řemenem a řemenicí byla větší než přenášená obvodová síla.

Při opačném smyslu otáčení hřídelů je opásání řemenu **zkřížené** (obr. 114b); úhel opásání je velký. U mimoběžných hřídelů se stále stejným směrem otáčení je opásání **polozkřížené**.



Změnou velikosti síly v napjaté a volné části pásu se řemen na hnací řemenici zkracuje a na hnané prodlužuje; nastává skluz řemenu po řemenici. Tím se skutečná obvodová rychlost hnané řemenice zmenšuje proti vypočítané asi o 1 až 2 %.

Řemenové převody s **napínacími kladkami** (obr. 112b) používáme tam, kde vzdálenost řemenic je malá: převodový poměr (číslo) může být podstatně větší. Úhel opásání, a tím i tření mezi řemenicí a řemenem se zvětší, takže řemen není třeba tolik napínat, a tlak v ložiskách se zmenší. Řemen může být tedy užší, a tím i levnější. Převod s napínací kladkou umožňuje měnit napětí řemenu i za běhu, usnadňuje snímání a nasazování řemenů na řemenice apod. Napínací kladka má však tu nevýhodu, že střídavě ohýbá řemen v obou směrech.



Konstrukce řemenic

Další součástí řemenového převodu jsou řemenice upevněné na hřídelích. Obvykle se odlévají z litiny. Věnc řemenice je válcový, při větších rychlostech mírně vyklenutý (tzv. bombírovaný), aby řemen nesjížděl (obr. 115). Malé řemenice mají místo ramen plný kotouč (obr. 115a). Pro snadnější montáž a demontáž bývají velké řemenice dělené. Obě poloviny řemenic se spojují ve věnci a v náboji šrouby. Pro větší obvodové rychlosti zhotovujeme řemenice z oceli na odlitky nebo svařované z ocelového plechu.

7.1.2. Převody klínovými řemeny

Místo plochých řemenů se používají stále více **klínové řemeny**. Jsou lichoběžníkového průřezu, pryžové, se zalitou vyztužovací vložkou, která zvětšuje pevnost řemenu. Pracovními částmi jsou pouze boční plochy.

Klínové řemeny jsou různých druhů; rozlišujeme je podle materiálů použitých k výrobě, podle způsobu výroby a určení v provozu:

řemeny Record, vhodné pro rychloběžné stroje; textilní část se skládá z provazců z umělého hedvábí;

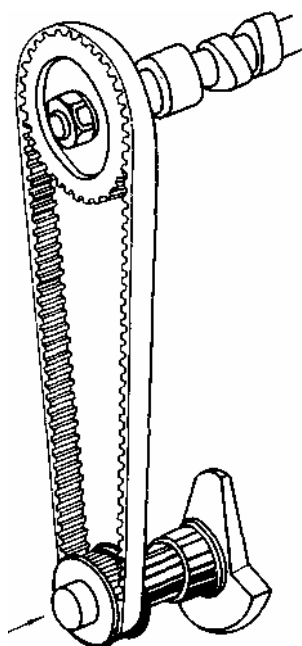
řemeny Industrial, vhodné pro pohony průmyslových strojů a k přenášení vyšších výkonů; textilní část tvoří několik vrstev umělohedvábné kordové tkaniny

úzké řemeny, mají podobnou konstrukci jako řemeny klasického průřezu; přenášejí při malých rozměrech velké výkony při vysokých rychlostech; řemen obsahuje polyesterový lanový kord v textilní tažné části a polyamidový obalový textil;

široké ozubené řemeny pro variátory zhotovují se z polyamidu nebo litého polyuretanu nebo z olejovzdorné a kyselinovzdorné pryže. Ozubené řemeny spojují výhody převodu řemenem a převodu řetězem. Protože pohyb mezi řemenem a řemenicí se přenáší záběrem zubů řemene v zubových mezerách řemenic, pracuje převod bez skluzu.

Klínové řemeny jsou normalizovány — jejich profily se označují písmeny. Vyrábějí se téměř výhradně jako bezkoncové, v délkách $L = 400$ až $18\,000$ mm. Vrcholový úhel řemenu je 40° (obr. 118).

V provozu je nutno klínové řemeny udržovat čisté a chránit je před přímým působením maziva, vody apod.



Převod ozubeným řemenem

Řemenice pro klínové řemeny se nejčastěji odlévají z šedé litiny, z hliníkových slitin, lisují se z plechu nebo se zhotovují z plastů (silonu, teflonu apod.) - obr. 119.

U převodů s klínovými řemeny používáme dvou způsobů opásání: **otevřeného a s napínací kladkou**.

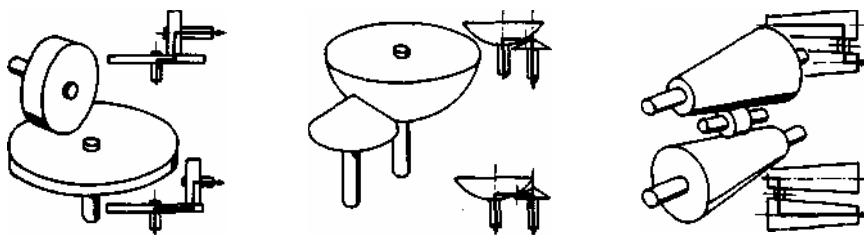
U opásání **otevřeného** může klínový řemen běžet v obou směrech.

Protože řemen dosedá na boky klínové drážky řemenice, je součinitel tření v drážce větší než u plochého řemenu. To znamená, že pro přenos téže obvodové síly může být klínový řemen napjat silou asi o polovinu menší, než jakou je napínán plochý řemen.

Použije-li se **napínací kladka**, musí působit na vnitřní obvod řemenů v ochablé části, jinak by se řemeny za chodu ohýbaly v obou směrech.

7.1.3. Převody třecí a s plynulou regulací otáček

Třecími převody se přenášejí menší výkony na malé vzdálenosti os hřídelů. Osy hřídelů mohou být rovnoběžné nebo různoběžné. Třecí převody mohou být uspořádány jako převody se **stálým převodovým poměrem** nebo s **plynule měnitelným převodovým poměrem** (variátory). Na obrázku 1 20 jsou různé konstrukce třecích převodů — variátorů s plynule měnitelným převodovým poměrem.



Třecí převody s plynule měnitelným převodovým poměrem

U převodu s **plynulou regulací otáček** (variátoru) měníme převodový poměr, a tedy i otáčky hnaného kotouče např. tak, že hnací kotouč 1 posouváme po hnaném kotouči 2

Jiný převod s měnitelným převodovým poměrem je **třecí převod s vloženým kolem**

Styk mezi hnacím 1 a hnaným 2 kotoučem tu zprostředkuje volně otočný kotouč, který lze buď ručně, nebo automaticky posouvat po vodicí tyči.

U třecích převodů se obvodová síla F přenáší z hnacího kotouče na hnaný buď přímo (obr. 121), tj. přímým stykem kotoučů, nebo nepřímo, tj. prostřednictvím mezičlenů kladky nebo prstence. Na obrázku 121 jsou třecí kola k_1 a k_2 k sobě přitlačována silou F_n působící na posuvné ložisko jednoho z hřídelů. Síla F_n se vyvozuje tlačnou pružinou, šroubem nebo hydraulicky.

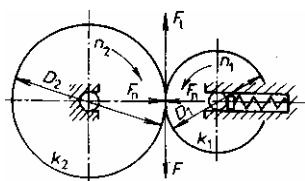
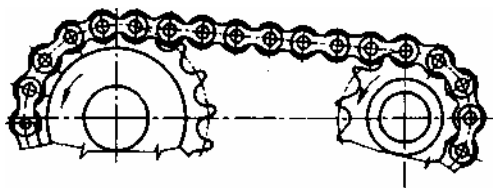


Schéma jednoduchého třecího převodu

7.2. Řetězové převody

Jednoduchý řetězový převod je na obr. 127; z jednoho řetězového kola se přenáší obvodová síla řetězem na druhé (hnané) řetězové kolo. Může přenášet i velké kroutící momenty z jednoho hřídele na druhý i při malém počtu otáček. Hřídele musí být rovnoběžné a kola musí být montována v jedné rovině.



Řetězový převod

Řetězy

Podle druhu použití jsou řetězy svařované, kloubové a speciální.

Svařované řetězy mají jednoduché články (obvykle tvaru oválného oka) z oceli kruhového průřezu (obr. 128). Jsou pohyblivé ve všech směrech. Svařované řetězy používáme u zdvihadel, a to jak na vázání břemen, tak i jako nosné řetězy. Jejich výhodou je, že dobře snášejí i vysoké teploty a hrubý provoz. Nevýhodou je značná hmotnost a malé dovolené rychlosti (pod 0,1 m/s). Vyrábějí se v normalizovaných velikostech, s krátkými nebo dlouhými články.

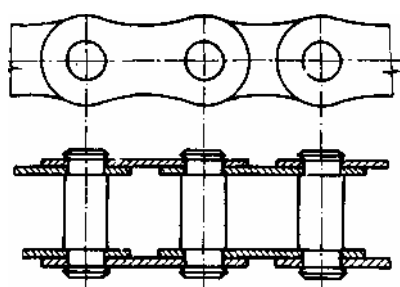
Kloubové řetězy mají články složené z pásnic (destiček) a z čepů. Nejdůležitější kloubové řetězy jsou Gallovy, pouzdrové, válečkové a zubové

Řetězy

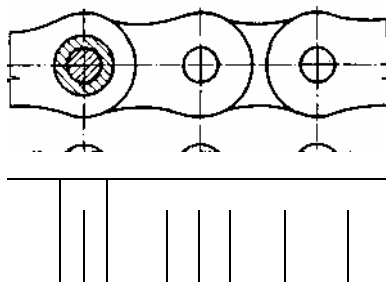
a) svařovaný, b) jeho použití jako
vázání



b)



Obr. 129. Galluv řetěz



Obr. 130. Pouzdrový řetěz

10 pásnic, čepy jsou na koncích roznýtovány. Gallovy řetězy jsou vhodné pro pomalé výtahy, ruční kladkostroje na velká břemena apod.

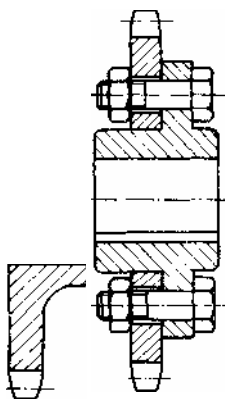
Vnitřní pásnice **pouzdrových řetězů** jsou pevně spojeny s ocelovými pouzdry. Pásnice vnějších článků jsou spojeny s čepy procházejícími volně otočnou dírou pouzdra. Konce čepů jsou roznýtovány. Protože styčná plocha pouzdra a čepu je větší než u Gallových řetězů, mohou pouzdrové řetězy přenášet větší zatížení při vyšších rychlostech. Pouzdra a čepy jsou kalené.

Válečkové řetězy rozdělujeme podle počtu řad na jednořadé, dvouřadé a trojřadé.

Kladky a řetězová kola pro svařované řetězy bývají litinové a jsou dvojího druhu: **volné a hnací**.

Svařovaný řetěz se vede v drážce volné kladky tak, že liché články řetězu běží v drážce, která má šířku o něco větší, než je rozměr článku $\leq$, a sudé články se kladou na plochu na obvod kladky.

Řetězová kola pro řetězy kloubové apod. mají zuby zabírající do mezer mezi válečky řetězu. Boční křivky zubu jsou buď přímky, evolventy, nebo části kružnice.



Obr. 137. Různé konstrukce řetězových kol

Řetězová kola jsou nejčastěji z litiny nebo z oceli na odlitky a v poslední době i z plastu s jednostranným nábojem (obr. 137), s oboustranným nábojem, dělené konstrukce, nebo v kombinaci s třecí spojkou, s pojistnou spojkou apod.

Řetězovými koly se rovněž napínají řetězy — tzv. napínací řetězová kola. Smysl otáčení hnacích kol je vždy vyznačen šipkou. Jedním řetězem lze pohánět i několik hřídelů. Důležité je správné napnutí řetězu. Nesmí být příliš napnut, aby se ne-zahříval a zbytečně neopotreboval.

7.2.1. Převody ozubenými koly

Ozubený převod přenáší otáčivý pohyb a mechanickou energii z jednoho hřídele na druhý. Ozubeným převodem se zajistí stálý převodový poměr. Zuby jednoho kola zapadají do mezer druhého kola, boky zubů se o sebe opírají, a tím přenášejí obvodovou sílu. Ozubené převody se vyznačují velkou účinností, spolehlivou funkcí, velkou životností a jednoduchou obsluhou. Naopak výroba ozubených kol vyžaduje speciální nástroje a obráběcí stroje

Ozubená kola, která spolu zabírají, tvoří **soukolí**.

Převod ozubenými koly může být **jednoduchý nebo složený**. Jednoduchý převod se skládá z dvojice kol; menší kolo se nazývá **pastorek**. U složeného převodu je v záběru několik dvojic ozubených kol. Ozubená kola se zpravidla rozlišují podle dvou hledisek:

podle vzájemné polohy os obou hřídelů:

rovnoběžné — čelní soukolí s vnějším a vnitřním ozubením,

různoběžné - kuželová soukolí,

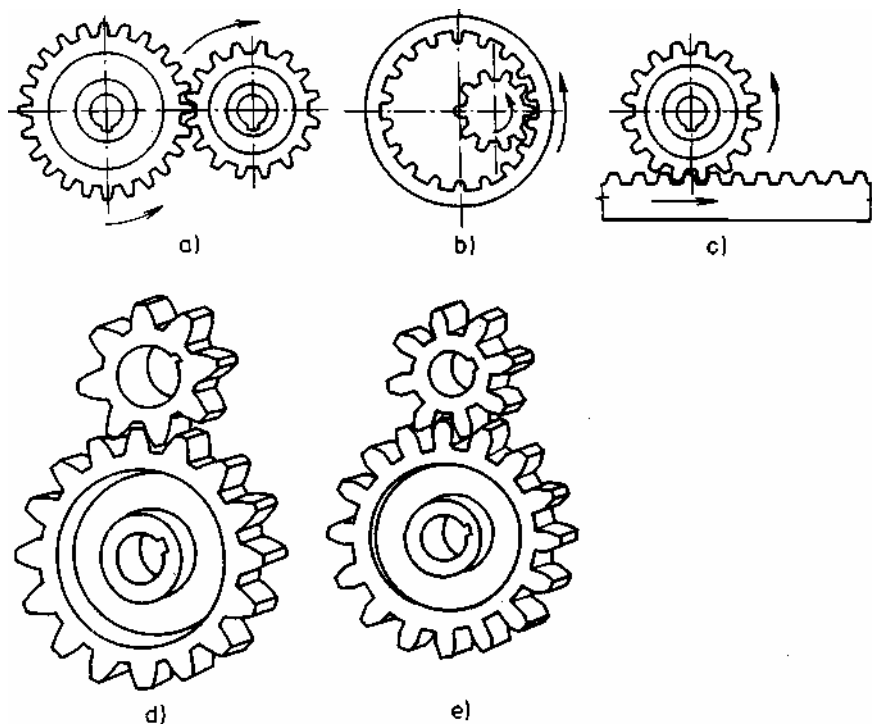
mimoběžné — šroubová soukolí válcová,

— soukolí šneková,

— soukolí hypoidní.

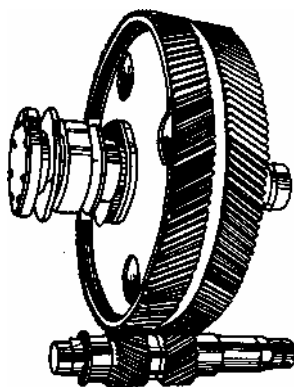
podle tvaru zubů:

čelní kola s přímými, šikmými, šípovými, kruhovými apod. zuby; kuželová kola s přímými, šikmými, šípovými a kruhovými zuby. Z hlediska záběru zubů jsou soukolí **valivá a šroubová**.

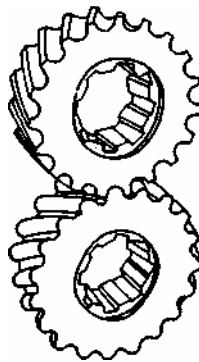


Soukolí

a) s vnějším ozubením, b) s vnitřním ozubením, c) hřebenové, d) běžné, e) korigované



. Soukolí s dvojnásobně šikmými zuby



Ozubení podle M. L. Novikova

Čelní soukolí se šípovými zuby (tab. 11). Nevýhody čelního soukolí se šikmými zuby se odstraňují zuby šípovými. Axiální složky síly se tu vzájemně ruší. Výroba ozubení je nákladnější. Šípové ozubení volíme tam, kde se připouští menší přesnost ozubení a kde jsou malé obvodové rychlosti.

Čelní kola se šikmým ozubením podle M. L. Novikova je určeno pro převody velkých výkonů (obr. 145). Má velkou účinnost a mnoho předností proti evolventnímu ozubení. Profilem zubů v čelním řezu je kruhový oblouk nebo jiná plynulá křivka. U Novikovova ozubení je použito nestejně zakřivení boků zubů. Poloměr křivosti vydutého zubu je větší než vypouklého zubu. Z toho plyne, že se zakřivené šroubové boční plochy zubů dotýkají v jednom bodě. Při zatížení se boky zubů vlivem deformace materiálu přizpůsobují provozním podmínkám a bod dotyku se změní v plochu. U tohoto ozubení se dosahuje účinnosti až 99,5 %.

7.2.2. Kuželová soukolí

Kuželovými soukolími se přenáší kroutící moment a otáčivý pohyb u různoběžných hřídelů. Podobně jako u čelních kol jsou zuby kuželových kol **přímé, šikmé, šípové a obloukové**.

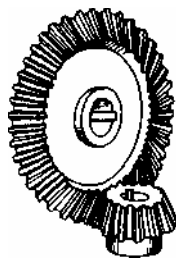
Boky zubů a hrany zubů se sbíhají ve vrcholu kužele, takže se jejich profil směrem k vrcholu postupně zmenšuje. Jsou-li obě kola stejná, je $i = 1$. Největší převodové číslo u kuželových kol $i = 5$. Při malém počtu zubů je nutno i u kuželových kol ozubení korigovat. V zubech vzniká osový tlak, který se zachycuje axiálními ložisky.

Pro výpočet převodového čísla platí obdobné vztahy jako u kol čelních.

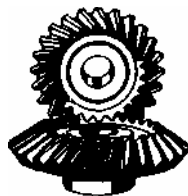
Kuželová soukolí se šikmými, popř. zakřivenými zuby mají tytéž přednosti jako čelní kola s obdobnými zuby, tj. mají pozvolný záběr, tichý chod a větší trvanlivost. Šikmé, popř. zakřivené zuby jsou pevnější, dovolují větší obvodovou rychlost a větší převodové číslo; vyžadují však pečlivou montáž, jinak hlučí a zahřívají se.

Kuželová kola se zuby

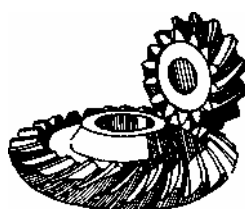
přímými



šikmými



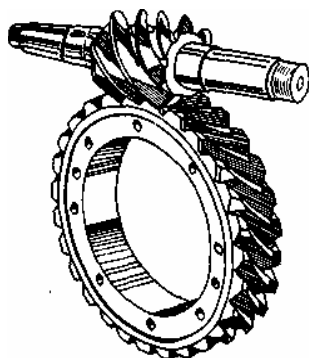
kruhovými



7.2.3. Šroubová a šneková soukolí

Pro mimoběžné osy hřídelů používáme ozubené soukolí šroubové. Vyrábí se válcové šroubové soukolí, šnekové soukolí a kuželové hypoidní soukolí.

Šroubové válcové soukolí se skládá ze dvou čelních kol se šikmými zuby (tab. 10), s mimoběžnými hřídeli. Zuby obou kol jsou šroubovitě, s různým stoupáním šroubovice. Má-li šroubové kolo malý počet zubů, tvoří zuby celistvé šroubové závity; podobá se šroubu s několikachodým závitem. V zubech šroubového soukolí vznikají osové tlaky, které musí zachytit ložisko; proto není šroubové soukolí vhodné pro přenášení velkých výkonů. Účinnost převodu bývá 0,4 až 0,8.



Šnekové soukolí (válcové) s uložením šneku nad kolem



Šnekové soukolí globoidní