UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
Pedagogická fakulta

TECHNICKÉ MATERIÁLY

V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Mgr. Jan Janovec, Ph.D.

Pedagogická fakulta Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Katedra preprimárního a primárního vzdělávání

TECHNICKÉ MATERIÁLY
V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Jan Janovec

2013

INVESTICE DO ROZVOJE VZDĚLÁVÁNÍ

UNIVERZITA J. E. PURKYNĚ V ÚSTÍ NAD LABEM
PEDAGOGICKÁ FAKULTA
Katedra preprimárního a primárního vzdělávání

Technické materiály
v primárním a preprimárním vzdělávání

© Mgr. Jan Janovec, Ph.D.

Recenzenti
doc. PaedDr. Jarmila Honzíková, Ph.D.
PhDr. Jaroslav Zukerstein, Ph.D.

ISBN 978-80-7414-596-4

Skripta vznikla v rámci projektu
„Zkvalitňování podmínek pro vzdělávání učitelů na Pedagogické fakultě
Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem v kombinované formě studia“
číslo CZ.1.07/2.2.00/18.0020

OBSAH

ÚVOD 5
TECHNICKÉ MATERIÁLY A JEJICH VLASTNOSTI 6
Rozdělení technických materiálů 6
Přehled vlastností technických materiálů 7
Trendy vývoje materiálů 12
Vlastnosti technických materiálů v primárním a preprimárním vzdělávání 13
KOVOVÉ MATERIÁLY 14
Železné kovy 14
Neželezné kovy 22
Kovové materiály v primárním a preprimárním vzdělávání 27
DŘEVO 29
Zpracování dřeva 31
Stavba dřeva 34
Dřevěné materiály v primárním a preprimárním vzdělávání 37
PLASTY 38
Vlastnosti plastů 39
Termoplasty 40
Reaktoplasty 42
MODELOVACÍ A LICÍ HMOTY 44
Modelovací hmoty 44
Licí hmoty 46
Plasty, modelovací a licí hmoty v primárním a preprimárním vzdělávání 48
TEXTIL 49
Přehled textilií 49
Vlákna rostlinného původu 50
Vlákna živočišného původu 53
Chemická vlákna 56
Výroba textilií 60
Textil v primárním a preprimárním vzdělávání 62
PAPÍR 63
Vlastnosti papíru 64
Druhy papírů 65

Papír v primárním a preprimárním vzdělávání 68
OSTATNÍ MATERIÁLY 69
Sklo 69
Kůže 71
Pryž 72
Korek 73
Porcelán 73
LITERATURA 74
SEZNAM VYOBRAZENÍ 75

ÚVOD

Předkládané skriptum je určeno pro studenty kombinovaného studia, současné nebo budoucí učitele v základních a mateřských školách. V textu jsou podány některé hlavní informace o základních materiálech a jejich vlastnostech, o způsobu jejich výroby a zpracování.

Záměrem je studentovi, u kterého se nepředpokládá technické vzdělání, pomoci k alespoň základní orientaci v technických materiálech resp. v technice a současně naznačit vazbu techniky na obsah vyučování v předmětu pracovní činnosti. Přáním autora textu není vést studenta posloupností výuky, upozorňovat ho na důležité, zadávat mu úkoly apod., to velmi dobře zastává e-learning. Ale spíše nahradit dialog, který je možné na téma technické materiály ve výuce vést, a který přirozeně studentům kombinovaného studia schází. To co ale kniha nahradit nemůže je přímý kontakt s technickými materiály s jejichž vzorky se studenti prezenčního studia mají možnost seznamovat. Zde bych čtenáři doporučil rozhlédnout se okolo sebe, řadu materiálů, možná většinu, z těch, které jsou v tomto skriptu popsány, má ve svém okolí. Pokud ne, je v mnoha případech relevantním zdrojem internet, u některých materiálů (např. kovy s tvarovou pamětí) díky možnosti videa tištěný text překonává.

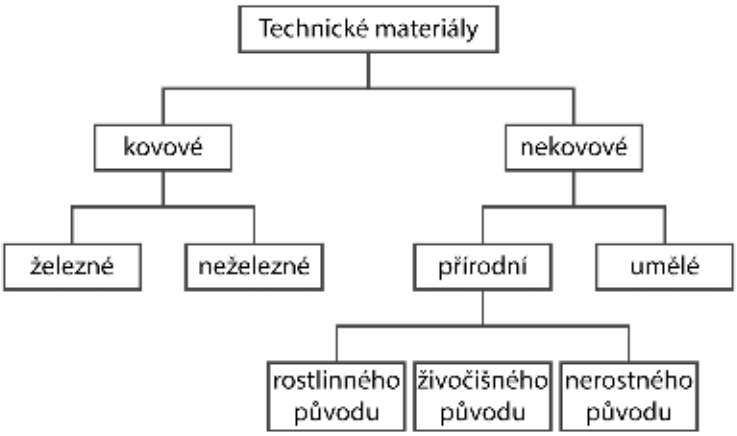
Na konci každé hlavní kapitoly je shrnuto využití dané skupiny materiálů v primárním a preprimárním vzdělávání. Jedná se spíše o nástin, než o úplný výčet možností, neboť ty jsou přeci jenom více svázány s technologiemi a technikami a je jim více prostoru věnováno v již zmiňovaných e-learningových oporách kurzů.

Terminologie u některých druhů materiálů může někdy působit trochu zmatečně, řada dříve obchodních názvů se dnes používá jako všeobecné označení materiálu. Proto tam, kde jde o název obchodní je použito kapitálek (např. hobra × Hobra). Podobně je to se zkratkami některých materiálů, zde je to navíc složitější, protože v některých případech se používají i zkratky anglické. Často je zkratka natolik vžitá, že v obecném povědomí představuje obecný název materiálu nebo pochází od výrobce a pak se jedná o obchodní název. V tomto případě jsem volil označení, které považuji za zažitější. Hodnoty veličin vztahujících se k vlastnostem materiálů prosím berte spíše za orientační. Jedním problémem je, že u řady materiálů se pohybují jejich charakteristiky v určitém rozmezí, druhým, že u hodnot těchto charakteristik se řada zdrojů značně rozchází. Zde jsem volil pokud možno co nejrelevantnější zdroj, nebo údaj neuvádím.

Autor

TECHNICKÉ MATERIÁLY A JEJICH VLASTNOSTI

Během celého historického vývoje pracovní činnosti člověka se z celé řady materiálů a látek, které ho obklopovaly, a které si byl schopen upravit, vyčlenily ty, které díky svým vlastnostem a dostupností našly ve výrobní činnosti časté a široké uplatnění. Označujeme je jako **technické materiály**. Jsou to hmoty či látky, zpravované tak, že je lze užít k přímému technickému zpracování. Zdrojem těchto látek je **surovina**. Tak se označuje látka rostlinného, živočišného nebo nerostného původu získaná z přírodních zdrojů, která je v původním přírodním stavu. Materiál určený k dalšímu zpracování má ale často podobu **polotovarů**, které lze definovat jako výrobky vyžadující další zpracování, připravené a zpracované tak, aby jejich konečná úprava byla co nejjednodušší. Předmět vzniklý v pracovním procesu zpracováním materiálů a polotovarů je **výrobek**.



Obr. 1 Dělení technických materiálů

ROZDĚLENÍ TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ

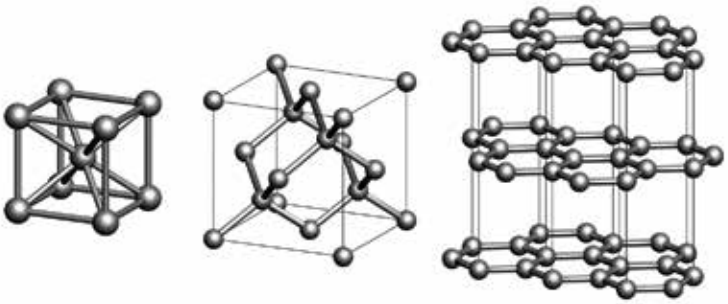
Dělení technických materiálů existuje celá řada a podle různých hledisek. Nejčastějším kritériem pro přehledné dělení technických materiálů je kritérium původu a vnitřní struktury materiálu. Z tohoto pohledu se technické materiály dělí na základní dvě skupiny kovové a nekovové materiály (obr. 1).

Mezi železné kovové materiály se řadí surové železo, ocel a litina. Surové železo prakticky za finální materiál považovat nelze, je surovinou pro výrobu litiny a oceli. Neželezné kovy se v praxi často označují méně správným názvem barevné kovy. Podle podobných fyzikálních a mechanických vlastnosti můžeme neželezné kovy rozdělit do pěti podskupin:

1. Měď a nikl;
2. Lehké kovy (hliník, hořčík, titan, berylium);
3. Snadno tavitelné kovy (zinek, cín, olovo);
4. Nesnadno tavitelné kovy (wolfram, molybden);
5. Ušlechtilé kovy (zlato, stříbro, platina).

Skupina nekovových přírodních materiálů je ve schématu dělena na materiály rostlinného původu, živočišného původu a nerostného původu. Materiály rostlinného původu můžeme dále dělit na materiály získané ze stonku resp. kmene rostliny (lněné vlákno, dřevo), z kůry (korek), z listů (sisal), z plodů a semen (kokosové vlákno, lněný olej) a z květů. Mezi materiály živočišného původu patří např. kůže, vlna, žíně, vlákno přírodního hedvábí, rohovina, kost, perleť atd. Mezi materiály nerostného původu zařazujeme asfalt, slídu, přírodní diamant, hrnčířskou hlínu atd.

Materiály umělé lze rozdělit na dvě podskupiny. Do jedné patří široká škála plastů a do druhé tzv. pomocné hmoty jako je např. papír, syntetická pryž, sklo apod. Je zřejmé, že existují látky, u kterých zařazování podle kritéria původu a struktury je dosti obtížné (uhlí, jantar apod.).



Obr. 2 Krystalická struktura železa, diamantu a tuhy

Existují další hlediska podle kterých lze technické materiály dělit. Jedním z nich je např. kritérium užití materiálu. Pak lze rozlišovat materiály stavební, strojírenské, chemické, paliva apod. Dalším hlediskem může být historie používání materiálu, materiály se pak dělí na tradiční a netradiční příp. moderní, dále je možné materiály dělit z hlediska fyzikálního, chemického atd. Vhodné je zmínit i dělení materiálů z hlediska krystalografického. Podle vnitřní stavby dělíme materiály na krystalické, amorfní a buněčné (dřevo, rohovina). Z tohoto dělení vyplývá i důležitá fyzikální vlastnost materiálů – existence bodu tání a tuhnutí. U látek krystalických je bod tání přesně definován a u látek amorfních je teplota, kdy látka z pevného skupenství přechází v kapalné dána intervalem, ve kterém tento jev postupně spojitě narůstá.

Krystalickou strukturou neboli strukturou krystalu rozumíme konkrétní způsob rozmístění základních stavebních částic v krystalu (atomů, iontů nebo molekul). Mezi **krystalické materiály** se řadí kovy a většina nerostných materiálů. Uspořádání atomů v krystalu značně ovlivňuje vlastnosti materiálu a má za následek specifické fyzikální a chemické vlastnosti jako například vodivost, tvrdost či hustotu. Diamant a tuha, ač oba z uhlíku, jsou zcela rozdílné materiály a to jen díky uspořádání atomů (obr. 2). Krystalické materiály mají další významnou vlastnost, existuje u nich zcela přesný bod tání.

Amorfní materiály jsou vysoce viskózní (podchlazené) kapaliny, jejichž atomy, či molekuly při tuhnutí nevytvářejí (nebo nestihly vytvořit) krystalické struktury. U amorfních látek je teplota, kdy látka z pevného skupenství přechází v kapalné dána intervalem, ve kterém tento jev postupně spojitě narůstá. Nemají tedy přesnou teplotu tání, resp. tuhnutí a v podstatě stále, i když velmi pomalu tečou. Mezi amorfní materiály patří plasty, sklo, asfalt, parafín aj.

U **buněčných materiálů** jsou struktura a vlastnosti odvozeny od buněčné struktury a funkce organismu, jehož byly součástí. Buněčné materiály se skládají z celé řady chemických látek a nelze určit ani přesnou teplotu tání ani její rozsah. Někdy se u buněčných materiálů určuje bod vzplanutí. Mezi buněčné materiály patří např. dřevo a rohovina.

PŘEHLED VLASTNOSTÍ TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ

Rozhodujícím faktorem, který ovlivňuje volbu a použití materiálů jsou jejich vlastnosti. Maximální využití pozitivních vlastností materiálů a potlačení nežádoucích vlastností má výrazný vliv na ekonomičnost, racionálnost a modernost konstrukce výrobku. Často se v technice využívá i na první pohled nevhodných vlastností materiálů ke konstrukcím zařízení se zvláštními

funkcemi (tavné jističe, poplašná zařízení apod.). Někdy ani není možné rozhodnout, zda je daná vlastnost obecně negativní nebo pozitivní. Je zřejmé, že zkoumání vlastností materiálů má zásadní význam pro konstruktéry, technology a pro všechny, kteří jsou v aktivním kontaktu s materiálem (výtvarníci, lékaři, hudebníci apod.).

Podobně jako technické materiály lze i jejich vlastnosti rozdělit do různých skupin. Nejčastějším dělením vlastností materiálů je na vlastnosti fyzikální, mechanické, chemické, technologické a biologické.

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Mezi fyzikální vlastnosti patří ty vlastnosti, které přímo souvisí s nějakou fyzikální veličinou nebo jevem. Patří sem vlastnosti optické, elektrické, magnetické, vlastnosti související s hmotností tělesa z určitého materiálu, akustické, tepelné vlastnosti a vlastnosti určující vztah materiálu k vodě.

Z **optických vlastností** se u materiálu určuje nečastěji barva, lesk, propustnost světla (průsvitnost, průhlednost), případně index lomu světla.

Z **elektrických vlastností** se u materiálu určuje jejich měrný odpor resp. jejich vodivost. Na základě měrného odporu se materiály dělí na vodiče, polovodiče a izolanty (nevodiče).

Magnetické vlastnosti se zkoumají především u kovových materiálů. Kovy se v magnetickém poli mohou chovat jako látky:

- paramagnetické – magnetické pole vyvolává magnetizaci materiálu, paramagnetické látky nedokáží udržet magnetizmus bez přítomnosti vnějšího pole (hliník, platina, hořčík, vápník, kyslík);
- diamagnetické – magnetické pole vyvolá nepatrnou magnetizaci materiálu, vložením diamagnetické látky do vnějšího magnetického pole dojde k jeho zeslabení (voda, měď, zlato, uhlík, síra);
- ferromagnetické – materiály vykazující spontánní magnetizaci (permanentní magnety), magnetické vlastnosti látky lze ovlivnit teplem (železo, nikl, kobalt).

Hustota materiálů je pravděpodobně nejčastěji zjišťovanou vlastností. Vyjadřuje vztah mezi hmotností tělesa a jeho objemem ($\rho = m/V$) a uvádí se v obvykle v $kg \cdot m^{-3}$. Ovlivňuje konstrukční návrhy a řešení a její sledování je důležité např. v leteckém a automobilovém průmyslu, ale i ve stavebnictví a dalších oborech. Pro srovnání jsou v tabulce 1 uvedeny přibližné hustoty některých materiálů.

Tabulka 1 Hustota některých materiálů

Materiál	ρ [kg·m⁻³]	Materiál	ρ [kg·m⁻³]
pěnový polystyren	30	sklo	3 800
dřevo	700	ocel	7 400
voda	1 000	olovo	11 400
beton	2 300	zlato	19 300
porcelán	2 400	platina	21 000

Akustické vlastnosti materiálů jsou důležité hlavně ve stavebnictví, kde je důležitá schopnost materiálů pohlcovat zvuk. Naopak při výrobě hudebních nástrojů je podstatné do jaké míry jsou materiály schopné vést a zesilovat zvuk (rezonanční vlastnosti). Zajímavým materiálem je z tohoto hlediska dřevo, které se na jedné straně uplatňuje jako dobrý zvukově izolační materiál, na druhé straně existují dřeviny, jejichž dřevo má vynikající rezonanční vlastnosti (např. smrkové a javorové dřevo).

Z tepelných vlastností materiálů jsou hlavně pro metalurgii důležité **teploty tání a tuh-**

Tabulka 2 Tepelná vodivost a roztažnost některých materiálů

Materiál	λ [W·m⁻¹·K⁻¹]	α [10⁻⁶·K⁻¹]
pěnový polystyren	0,033	—
dřevo	0,2	27
beton	1,5	12
železo	80,2	11,8
hliník	237	23,1
měď	386	17
stříbro	429	18
diamant	2 300	1

nutí látek. **Tepelná vodivost** materiálů je jejich schopnost vést teplo, zjednodušeně rychlost, s jakou se teplo šíří z jedné zahřáté části látky do jiných, chladnějších částí. Součinitel tepelné vodivosti se označuje se λ [$W \cdot m^{-1} \cdot K^{-1}$] a zjednodušeně vyjadřuje výkon (tzn. teplo za jednotku času), který projde každým čtverečním metrem desky tlusté metr, jejíž jedna strana má teplotu o 1 kelvin vyšší než druhá. Tepelné vodivost je důležitá ve stavebnictví a elektrotechnice, ale pohled do tabulky 2 odpoví i na otázku, proč se hliníková lžička v horkém nápoji jeví o tolik teplejší, než ta vyrobená z oceli. **Tepelná roztažnost** je změna délkových rozměrů tělesa při změně teploty. Pro jednotlivé materiály se vyjadřuje tzv. teplotním součinitelem (koeficientem) roztažnosti α [K^{-1}]. Projevem teplotní roztažnosti jsou např. zdeformované kolejnice při horkém počasí na železnici a kromě dopravy má teplotní roztažnost význam i ve stavebnictví, strojírenství a měřící technice.

Vztah materiálů k vodě je důležitou vlastností, kterou se zabývá technická praxe velice často. Materiály z tohoto pohledu jsou buď ve vodě rozpustné nebo nerozpustné, vodu přijímají (papír, dřevo, hlína), nebo voda podstatně mění jejich vlastnosti (rozměry, vodivost, hmotnost). Prakticky se projevuje např. zkrabacením papíru lepeného lepidly na vodní bázi.

MECHANICKÉ VLASTNOSTI

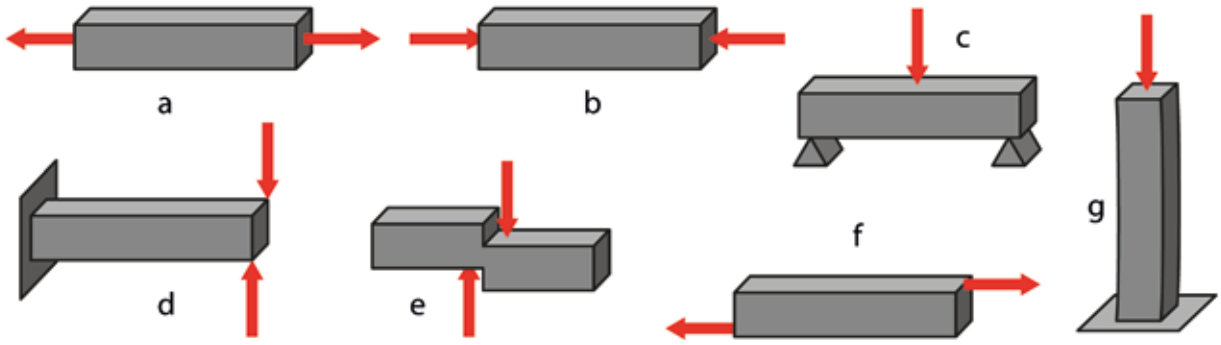
Mechanické vlastnosti jsou také vlastnostmi fyzikálními, zaujímají ale natolik významné místo při posuzování materiálů, že se většinou považují za samostatnou skupinu. Jsou dány schopností materiálu odporovat působení vnějších mechanických sil. Mezi nejdůležitější mechanické vlastnosti patří tvrdost, pevnost, pružnost a houževnatost materiálu.

TVRDOST MATERIÁLU

Tvrdost materiálu je schopnost odolávat vnikání jiného pevného materiálu resp. tělesa. Nejstarší rozšířená zkouška tvrdosti se provádí vrypem nerostů seřazených podle jejich tvrdosti do stupnice. Od začátku 19. stol. se užívá stupnice 10 nerostů, kterou navrhl německý mineralog a geolog Carl Friedrich Christian Mohs. Tzv. Mohsova stupnice se skládá z 10 nerostů, které seřazeny od nejměkčího po nejtvrdší pokrývají spektrum tvrdostí většiny materiálů (tabulka 3). V technické praxi se dnes spíše užívají zkoušky tvrdosti založené na vtlačování zkušebních těles do měřeného materiálu a v následném

Tabulka 3 Mohsova stupnice a příklady tvrdosti materiálů

Nerost	Stupeň	Materiál	Tvrdost
mastek	1	vosk (0 °C)	0,2
sůl	2	asfalt	1,2
kalcit	3	olovo	1,5
fluorit	4	cín	1,8
apatit	5	zlato	2,5
živec	6	mramor	3,5
křemen	7	sklo	5
topas	8	ocel	7
korund	9	chrom	9
diamant	10	karborund	9,5



Obr. 3 Druhy zjišťovaných pevností a) v tahu, b) v tlaku, c) v ohybu, d) v krutu, e) ve střihu, f) ve smyku, g) ve vzpěru

vyhodnocení jejich otisků (tvrdost dle Brinela, Rockwella a Vickerse). Velmi často se používají i orientační poměrné zkoušky, kdy vzájemnými vrypy určíme materiál tvrdší, případně lze takové porovnání realizovat pomocí kuličky stlačované dvěma porovnávanými materiály. Podle hloubky vtisku je možno poměrně snadno určit materiál tvrdší. Často se tato jednoduchá relativní zkouška používá při porovnávání tvrdosti dřeva různých dřevin. Tvrdost nátěrových hmot po zaschnutí je možno zjišťovat např. použitím tužek různých tvrdosti.

PEVNOST MATERIÁLU

Pevností materiálu je jeho schopnost odporovat porušení celistvosti mechanickými silami. Podle směru působení těchto sil rozlišujeme u materiálu pevnost v tahu, pevnost v tlaku, ohybu, smyku, vzpěru, střihu a krutu (obr. 3). Hodnoty těchto vlastností se zjišťují na speciálních zařízeních, kde se materiál vystavuje působení sil statických, rázových, kmitavých atd. Při působení vnějších mechanických sil vzniká v materiálu pnutí, které se označuje termínem napětí a materiál resp. těleso na základě působení těchto sil mění své rozměry a tvar, což se nazývá deformací. Při působení sil určité velikosti dochází až k porušení soudržnosti materiálu. Tyto jevy přibližuje obr. 4. Je na něm znázorněna vzájemná závislost síly a prodloužení (deformace) tělesa u různých kovových materiálů.

Tabulka 4 Pevnost materiálů v tahu

Materiál	σ [MPa]
Polyamid	65
Smrkové dřevo	80
Sklo	100
Bukové dřevo	135
Lidský vlas	480
Ocel	600
Pavoučí vlákno	1 000
Kevlar	3 600
Uhlíkové nanotrubice	63 000

Obr. 4 Graf vzájemné závislosti působící síly a deformace

V grafu jsou u nízkouhlíkové oceli vyznačeny tři základní body. Bod A se nazývá mezí úměrnosti, to je hodnota, do níž platí mezi působením síly a změnou tvaru přímá úměrnost. Bod B charakterizuje mez, do níž je ještě těleso schopno po skončení působení sil nabýt původního tvaru a rozměrů. Tato mez se nazývá mezí pružnosti. Zatěžuje-li se těleso dále stále většími silami, mění svůj tvar natrvalo až do bodu,

kdy působící síly překonají soudržnost materiálu a těleso se poškodí (přetrhne, rozdrtí, ukroutí, praskne apod.). Tuto situaci charakterizuje mez pevnosti. Při zkoumání pevnostních vlastností materiálů se zkoumají ještě další důležité hodnoty, tyto však jsou z hlediska konstruováni a vlastního technologického zpracování materiálu nejvýznamnější. Např. při konstrukci konkrétního zařízení se volí takový materiál a konstrukční uspořádání, aby se veškeré namáhání (s určitým koeficientem bezpečnosti) odehrávalo jen do meze úměrnosti. Mez pružnosti a mez pevnosti zajímá zase technology. Např. při tváření materiálu (ohýbání, lisování, kování) musí síly, kterými chceme tvářet materiál, zaručit překročení meze pružnosti, ale nepřekročení meze pevnosti atd. Pevnost materiálu je dána největším napětím, které může být v materiálu vyvoláno. Označuje se σ a vypočítá se jako podíl deformující síly F a průřezu kolmého řezu S, na který tato síla působí: $\sigma = F/S$; [$N \cdot m^{-2} \approx Pa$]. Pevnost různých materiálů uvádí tabulka 4.

PRUŽNOST MATERIÁLU

Pružnost materiálu je schopnost materiálu vrátit se do původního tvaru po skončení namáhání. Typickým představitelem této vlastnosti je pryž. Pro velká namáhání např. tzv. pružinové oceli, pro malá namáhání některé plasty, např. pěnový měkčený polyuretan (PUR) – Molitan. Opakem pružnosti (elasticity) je plastičnost (plasticita), která se mj. projevuje a využívá u modelovacích hmot (modelovací hlína, plastelína apod.).

HOUŽEVNATOST

Ukazatelem houževnatosti jako další mechanické vlastnosti materiálu je jeho schopnost absorbovat práci. Mírou houževnatosti je množství energie na jednotku objemu, které materiál může absorbovat a to té doby než praskne. Pochopení této vlastnosti může zjednodušit fakt, že jejím protikladem je křehkost. Tedy křehké materiály praskají po vynaložení relativně malého množství energie, zatímco houževnaté naopak. Typickými představiteli houževnatých materiálů jsou některé plasty, z přírodních např. syrové dřevo vrby nebo smrku. Křehké jsou např. běžné keramická materiály, sklo apod.

CHEMICKÉ VLASTNOSTI

Z chemických vlastností materiálu se hodnotí nejvíc jejich stálost, tj. schopnost odolávat působení vlivů povětrnosti, působení kyselin a zásad a dalších agresivních látek.

Významné je zkoumání chemických vlastností u kovů, kde je nejčastějším průvodním jevem chemického působení prostředí tzv. koroze. Při ní se kovové materiály rozpadají na oxidy, které se svým složením blíží rudám, z nichž byly tyto kovy získány. Korozí se negativně mění i mechanické a fyzikální vlastnosti kovových materiálů, což často znamená výrazné ohrožení celé konstrukce zařízení.

U nekovových materiálů, konkrétně u plastů, jsou chemické vlastnosti důležité z opačného důvodu. Většina plastů odolává vlivům prostředí tak dokonale, že leckdy tato odolnost musí být z ekologických důvodů upravována. Plasty jsou např. schopny bez větších změn odolávat působení běžného prostředí stovky let, což při současné produkci znamená vážný problém z hlediska likvidace odpadu.

TECHNOLOGICKÉ VLASTNOSTI

Technologické vlastnosti charakterizují materiál z hlediska jeho vhodnosti pro určité

technologické zpracování. Nejvýznamnější technologické vlastnosti jsou tvárnost, obrobitelnost a odolnost proti opotřebení.

Tvárnost je schopnost trvale měnit tvar vlivem vnějších sil bez porušení soudržnosti. Nejtvárnějšími materiály jsou tzv. modelovací hmoty, z nichž asi nejznámější je modelovací hlína a plastelína. Tvárná je ale i většina kovů např. hliník, měď, mosaz, zlato, stříbro, které je možno tvářet bez větších problémů i za studena (tyto materiály se pro svou tvárnost používají v kovotepectví a šperkařství). Některé materiály je však třeba před tvářením ohřát na určitou teplotu tváření (ocel, plasty, sklo).

Obrobitelnost je vhodnost materiálu pro obrábění. Velmi úzce souvisí s mechanickými vlastnostmi. Houževnaté a stejnorodé materiály se obrábějí hůře, nástroj vniká do materiálu obtížně, materiál se před ostřím deformuje a zahřívá, špatně se oddělují třísky. U křehkých materiálů se drobné částečky před ostřím ochotně odrobují, řez je jemný, materiál se dobře obrábí. Tvrdost materiálu ovlivňuje volbu nástroje, čas potřebný k opracování a jakost obrobených ploch.

Odolnost proti opotřebeni má význam pro charakteristiku materiálů z hlediska jejich stálosti proti otěru kovem, prachem nebo jinými hmotami, případně otěru materiálů o sebe. Zjišťuje se např. u kluzných ložisek, u potrubí pro pevné látky i kapaliny, u textilních materiálů, ale také u bankovkového papíru. Opotřebení závisí na řadě činitelů a zjišťuje se poměrně obtížně, většinou se materiály porovnávají empiricky mezi sebou v modelových podmínkách.

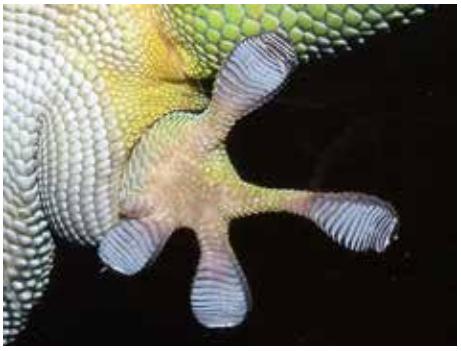
Další technologické vlastnosti jsou speciální pro určité druhy a skupiny materiálů. U plastů a kovů svařitelnost, u dřeva štípatelnost, u papíru bezoblačnost atp.

BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI

Biologické vlastnosti jsou určeny vztahem materiálů k živým organizmům. Jednak se určuje toxicita a škodlivost materiálů pro potřeby např. obalové techniky v potravinářství, reakce tkání na kontakt s materiálem v lékařství ale i ve školních podmínkách (těkavé látky, lepidla, nátěrové hmoty), na druhé straně však i odolnost materiálu proti působení mikroorganizmů, hmyzu, event. hlodavců ve stavebnictví i dalších odvětvích.

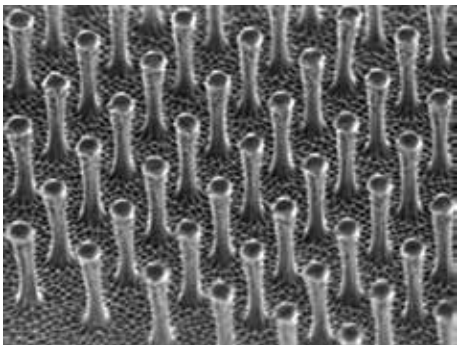
TRENDY VÝVOJE MATERIÁLŮ

I když je obecně patrný přechod od materiálů přírodních k umělým a od materiálů s univerzálními vlastnostmi k materiálům speciálním, lze v oblasti vývoje technických materiálů zaznamenat několik dalších směrů. Jedním z nich je vývoj směrem k novým materiálům, kde jsou hlavně využívány výhodné vlastnosti nových struktur a kombinací různých látek (uhlíkové kompozity) nebo vývoj materiálů s novými vlastnostmi (nanomateriály). Dalším směrem je lepší využívání stávajících vlastností materiálů. To dokládají současná odvážná řešení konstrukcí v architektuře svědčící o hlubokém poznání pevnostních i jiných vlastností zvolených materiálů. Podobnou tendenci nalezneme i v konstrukcích moderních dopravních prostředků. Tam kombinací pevných ale lehkých materiálů dochází k nahrazování oceli i hliníkových slitin a tak k celkovému zmenšení hmotnosti, které v konečném důsledku znamená zvýšení cestovních rychlostí při snížení spotřeby paliva a tedy zlepšení dopadu na životní prostředí.



Obr. 5 Noha gekona – inspirace bioniků

Zajímavým směrem je cesta návratu k tradičním materiálům. Ve stavebnictví se projevuje ve využívání místních zdrojů, jejími produkty pak jsou např. domy z jílu, roubené dřevěné domy s doškovými střechami apod. Neočekávaný návrat do hluboké minulosti se odehrál i v lékařské technice. Bylo zjištěno že ostří u předmětů (nožů, hrotů šípů apod.), které z obsidiánu – sopečného skla vyráběl pravěký člověk, je až 500× tenčí než u broušené oceli. Skalpel vyrobený z tohoto materiálu, tedy nejenom mnohem lépe řeže, ale klinické zkoušky prokázaly, že rány po něm se lépe hojí. Dnes se využívá v mikrochirurgii, v kožní a plastické chirurgii (Buck, 1982, s. 265).



Obr. 6 Detail lepící pásky bez lepidla

Bionika (biomimetika) je obor, který zkoumá zajímavá konstrukční a materiálová řešení v přírodě u živých organismů a snaží se je napodobit a využít k vývoji nových vynálezů a technických řešení. Příkladem je lepící páska bez lepidla, která využívá přilnavosti mikroskopických chloupků. Vědci tento princip okopírovali od gekona, který dokáže šplhat i po svislém hladkém skle. Tajemství této mimořádné horolezecké dovednosti je v milionech drobných chloupků na povrchu každé nohy. Mezimolekulární jev známý jako Van der Waalsovy síly působí na každý z těchto chloupků. Ačkoli síla jednoho je nepatrná, miliony chloupků dohromady produkují silný lepicí účinek.

VLASTNOSTI TECHNICKÝCH MATERIÁLŮ V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

V rámci primárního a preprimárního vzdělávání se žáci seznamují se základními technickými materiály ve dvou formách. Buď pracují s materiálem jako takovým (papír, modelovací hmota, dřevo), nebo se setkávají s materiálem ve formě polotovaru případně finálního výrobku (textilie, drobný materiál, stavebnice).

Vlastnosti materiálů poznávají žáci do jisté míry intuitivně při praktické manipulaci. Na druhé straně se ale předpokládá i jednoduché empirické zjišťování vlastností řízené učitelem. Žáci by měli poznat materiály tvrdé, měkké, křehké, tvárné, pružné, pevné a umět tyto vlastnosti v jednoduchých případech i cíleně využít, např. při pracích kombinovaných, s více druhy materiálů. Učitel by měl v každém případě dbát na správnou terminologii jak při pojmenování materiálů, tak i jejich vlastností. Často používají učitelé z neznalosti i pohodlnosti nepřesná, laická pojmenování (např. piják, čtvrtka, špagátek, šmirgl) nebo zaměňují technické termíny (lepicí páska – lepenka, ocel – železo, ohebnost – pružnost, tvrdost – pevnost). Chybuje se i v používaných metodách a závěrech při zkoumání vlastností materiálů. Není např. správné porovnávat pevnost krepového papíru a kartonu nebo lepenky pokud ji nepřepočteme na stejnou tloušťku resp. průřezovou plochu, je to jako kdyby vlastnosti hliníku byly odvozovány z chování alobalu. Všechny tyto chyby vedou ke zkresleným představám, které brání rozvoji technického myšlení dítěte, ale často i učitele.

KOVOVÉ MATERIÁLY

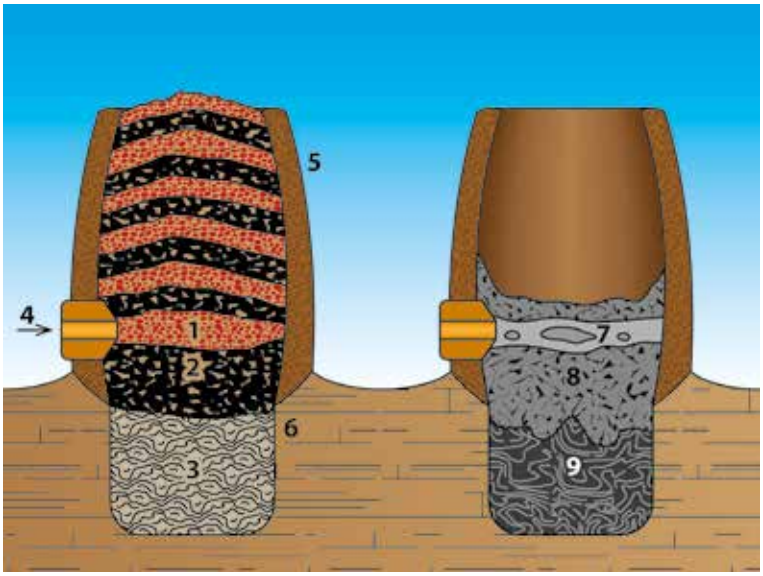
Kovové materiály jsou bezesporu jedny z nejdůležitějších materiálů. Schopnost je zpracovávat a používat výrazně ovlivnila běh dějin a dala dokonce název celým historickým epochám. Ani v současnosti se význam kovových materiálů nezmenšuje, ocel je stále nejdůležitějším kovem pro výrobu řady produktů a významná je její funkce jako materiálu pro výrobu nástrojů, řada kovů má jedinečné a dodnes jinými materiály nenahraditelné vlastnosti, v neposlední řadě dochází k využívání kovů a slitin relativně nových nebo dříve obtížně dostupných.

ŽELEZNÉ KOVY

HISTORIE VÝROBY ŽELEZA

Železo se na rozdíl od jiných kovů vlivem oxidace v čisté podobě běžně nevyskytuje na zemském povrchu ani pod ním. Výjimkou je železo meteoritické, které může zůstat nezoxidováno na povrchu. Jeho ojedinělé zpracování je doloženo v Číně cca 3 tis. let př. n. l.

Prvopočátky výroby surového železa ze železných rud jsou přičítány Chetitům. Ti žili na území dnešního Turecka, Sýrie a Libanonu a prosluli především odléváním neželezných kovů, nicméně přibližně od doby 1500 let př. n. l. začali vyrábět železné zbraně a nástroje a lze říci, že tím započali dobu železnou.



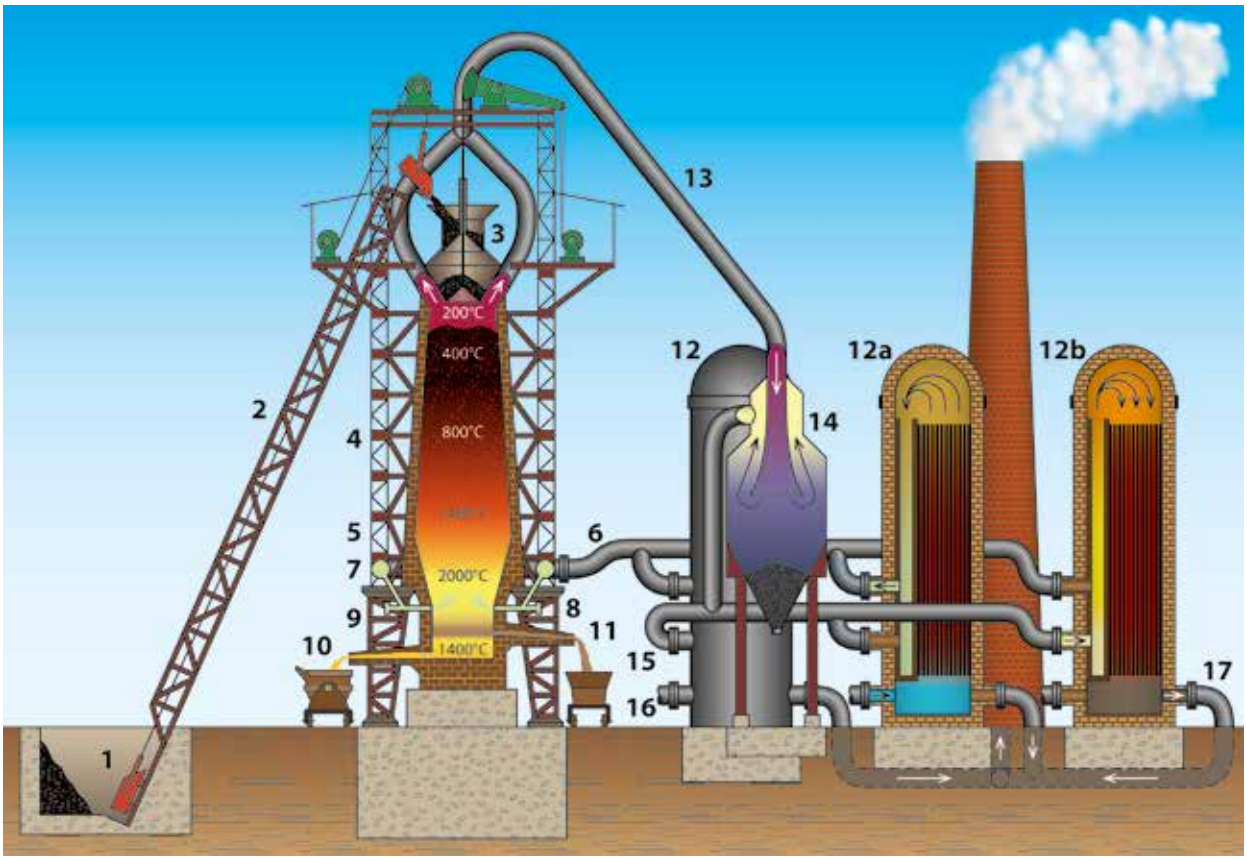
Obr. 7 Historická pec se zahloubenou nístějí

Legenda: 1 – železná ruda, 2 – dřevěné uhlí, 3 – klestí, 4 – dmyšna, 5 – stěna pece, 6 – nístěj, 7 – železná houba, 8 – struska, 9 – popel.

Do oblasti dnešní střední Evropy se rozšířila výroba železa na sklonku antické civilizace v halštatské době v 7. a 6. století př. n. l. Výroba v prvopočátku pravděpodobně probíhala v prosté kovářské výhni. Vzduch byl dodáván prostřednictvím dmychadel vyrobených z kůže, palivem bylo dřevěné uhlí.

Pokrokem byla technologie, kterou železo vyráběli Keltové v mladší době laténské ve 4. a 3. století př. n. l. Změna spočívala ve využití pece se zahloubenou nístějí (obr. 7). Pec měla tvar válcovité, kónické šachty, vyrobené ze žáruvzdorné hlíny, které převyšovala okolní terén asi o 60 – 80 cm. Nístěj měla tvar kotle o průměru asi 30 cm a hloubce 45 – 50 cm. U paty šachty, v keramické cihle byl otvor o průměru 2 – 3 cm tzv. dmyšna pro přívod vzduchu od měchu dmychadla.

Teplota tání železa je 1535 °C, ale hliněné pece se zahloubenou nístějí nevydržely vyšší teplotu nežli 1400 °C a hrozilo, že se pec roztaví dříve než samotné železo. Tavba tedy probíhala při poměrně nízké teplotě 1250 – 1350 °C, při které se tavila pouze struska – odpad výroby železa. Pro dosažení této teploty se do pece vháněl vzduch pomocí kožených měchů. V průběhu samotné výroby, která trvala přibližně 10 hodin, se horním otvorem přidávala vsázka železné rudy a dře-



Obr. 8 Vysoká pec

Legenda: 1 – skip, 2 – šikmý dopravník, 3 – zvon; 4 – šachta, 5 – rozpor, 6 – přívod horkého vzduchu, 7 – větrovod, 8 – výfučny, 9 – nístěj, 10 – surové železo, 11 – struska, 12 – Cowperovy ohřívače (12a – režim ohřevu vzduchu, 12 b – režim spalování vysokopecního plynu), 13 – odvod vysokopecního plynu, 14 – čistič vysokopecního plynu, 15 – přívod vyčistěného vysokopecního plynu k ohřívačům, 16 – přívod čistého vzduchu, 17 – odvod spalin do komína.

věného uhlí. Po získaní dostatečné teploty se z železné rudy začala vytavovat struska a stékat na zahloubené dno. V místě největšího žáru vzniklo takzvané houbovité železo, které se dále zpracovávalo kovářským způsobem, aby materiál získal homogenitu a dal se prakticky využít. Několikrát po sobě následoval ohřev a překování, až byla získána tzv. lupa, polotovar, ze kterého se poté vyráběli zbraně, nástroje i šperky.

K dalšímu rozvoji hutnictví na našem území došlo za doby Velké Moravy. Z tohoto období pochází huť v Želechovicích, kterou tvořilo celkem 24 pecí. Vlivem zlepšeného dmýchání bylo dosaženo vyšších teplot (až 1400 °C) a tím také lepšího využití vsázky. Uvedeným způsobům výroby se říká přímá výroba kujného železa. Při ní se ruda redukuje při nižších teplotách, nepřijde tak nikdy do tekutého stavu a pojme jen nepatrné procento uhlíku. Produkty získané přímou metodou jsou výborně kujné a obsahují minimální množství škodlivých prvků (mangan, fosfor, síra…).

V 16. století se pro pohon měchů začalo využívat vodního kola. Větší dodávané množství vzduchu umožnilo stavět pece o výšce 3 – 4 m. Palivem bylo nadále dřevěné uhlí, produktem této pece surové železo v tekutém stavu. Tento způsob se nazývá nepřímá výroba železa.

První české pece z konce 16. století mají svůj charakteristický tvar. Byly to komolé čtyřboké jehlany, postavené na sebe většími podstavami. Kychta, horní část pece, kterou se prováděla vsázka rudy a paliva, a kterou také odcházely zplodiny hoření, byla otevřená. Pece měly tzv. předpecí ve spodní části, ve které se shromažďovalo tekuté surové železo a přes tzv. hrázku kontinuálně odtékala struska. Vsázku tvořila železná ruda a dřevěné uhlí v poměru asi 1 : 10. Vzduch dodávaly měchy,

později skříňové dmychadlo.

V roce 1846 bylo v Čechách v chodu 52 vysokých, dřevouhelných pecí ve 48 železárnách.

Z důvodů malé pevnosti dřevěného uhlí nebylo možno zvyšovat výkony pecí zvětšováním jejich rozměrů ani zvyšováním teplot tavícího procesu. Obrat nastal při zavedení nového paliva – koksu. V roce 1829 byly v Anglii všechny dřevouhelné pece nahrazeny pecemi nového druhu, které si svůj tvar a základní technické uspořádání zachovaly až do dnešní doby. Jednalo se o tzv. skotské vysoké pece. Těmito vysokými pecemi byly vybaveny železárny na Kladně v roce 1854 a o něco později v Králově Dvoře. Ty umožnily rozvoj celého hospodářství českých zemí v rámci Rakousko-uherského mocnářství a staly se výchozí základnou rozvoje Československa po roce 1918. Jmenované železárny, později ocelárny, vznikaly na příhodných místech v blízkosti zdroje koksovatelného uhlí, vápence jako struskotvorné přísady a výskytu železné rudy.

SOUČASNÁ VÝROBA SUROVÉHO ŽELEZA

Hlavním zařízením celého metalurgického procesu je vysoká pec (obr. 8). Má tvar dvou komolých kuželů, které jsou postaveny svými většími základnami na sebe. Spodní část přechází ve válcovitou nístěj. Pece dosahují výšky 25 – 40 m a průměru v nístěji kolem 10 m. Nejširší část pece se nazývá rozpor, horní část pece, která slouží k navážení vsázky a k odvodu vysokopecního plynu se nazývá kychta. Místo napojení nístěje se nazývá sedlo. Ocelový plášť pece je chlazen vodou. Celá pec je vyzděna šamotovou, žáruvzdornou vyzdívkou, nístěj je vyzděna grafitovými bloky.

Vsázka se do pece dopravuje pomocí tzv. skipu skrze zvonový uzávěr, který zabraňuje unikání vysokopecního plynu. Složky vsázky jsou:

- koks – pevné uhlíkaté palivo vyrobené z nízkopopelového, nízkosirného černého uhlí, ze kterého jsou odstraněny prchavé složky v peci s omezeným přístupem kyslíku při teplotách nad 1000 °C. Koks (obr. 10) ve vysoké peci slouží jako palivo, je redukčním prostředkem a částečně také sytí uhlíkem železo.
- železná ruda – používají se rudy obsahující oxidy železa (obr. 9), např. magnetovec (oxid železnato-železitý – Fe_3O_4), krevel (oxid železitý – Fe_2O_3), hnědel (vodnatý oxid železitý – $FeO(OH)\cdot nH_2O$), dále ocelek (uhličitan železnatý – $FeCO_3$), kyzy a pyrity (sulfidy). Rudy se upravují, homogenizují a obohacují, aby se již na počátku zmenšilo množství nečistot (hlušiny) a snížila se energetická náročnost výroby.
- vzduch – tzv. vítr se vhání do vysoké pece výfučnami (tryskami) umístěnými po obvodu pece v místě rozporu. Aby nedocházelo k ochlazování a tím brzdění celého procesu je vítr předehříván v Cowperových předehřívačích. U každé vysoké pece jsou minimálně dva a pracují reverzně. To znamená, že jedním prochází hořící kychtový plyn z vysoké pece a ohřívá vnitřní keramickou, kanálkovou vyzdívku předehřívače. Druhým, již ohřátým předehřívačem, prochází vzduch opačným směrem, odebírá vyzdívce teplo a předehřívá se na teplotu cca 1 000 °C.

Obr. 9 Hnědel, krevel a magnetovec

Obr. 10 Koks

- struskotvorné přísady – jejich základní složkou je vápenec. Tvoří co do objemu nejmenší nezbytnou složku vsázky, zajišťují oddělení většiny roztavených nečistot od železa do tzv. strusky.
- železný šrot – tvoří do 5 % vsázky.

Po zapálení vysoké pece probíhá výroba surového železa nepřetržitě po dobu životnosti vyzdívky (10 let a více). Za dostatečně vysoké teploty dochází v průběhu metalurgického pochodu k přímé a nepřímé redukci kyslíku uhlíkem a oxidem uhelnatým.

Při přímé redukci se odpoutává železo od kyslíku, který se spojí s uhlíkem z koksu v oxid uhelnatý:

$$Fe_2O_3 + 3\,C \rightarrow 2\,Fe + 3\,CO$$
$$Fe_3O_4 + 4\,C \rightarrow 3\,Fe + 4\,CO$$
$$FeO + C \rightarrow Fe + CO.$$

Oxid uhelnatý dále prochází vyššími vrstvami pece a opět odnímá v nepřímé redukci rudám kyslík:

$$3\,Fe_2O_3 + CO \rightarrow 2\,Fe_3O_4 + CO_2$$
$$Fe_3O_4 + CO \rightarrow 3\,FeO + CO_2$$
$$FeO + CO \rightarrow Fe + CO_2$$

Oxid uhelnatý přijímá kyslík a mění se v oxid uhličitý, který uniká do kychty.

Tekuté surové železo klesá na dno nístěje odkud se přibližně každých 6 hodin vypouští odpichovým otvorem. V tekutém stavu se shromažďuje ve vytápěné nádobě (tzv. mísiči) a následně se použije k dalšímu zpracování, nebo se odlije do kokil nebo pískových forem, jako budoucí studená vsázka ve tvaru tzv. housek.

Surové železo obsahuje 3,5 – 4,5 % uhlíku, cca 1,5 % křemíku, cca 1,5 % manganu, 0,4 – 1 % fosforu a síru. Nelze jej použít pro výrobu kovových výrobků, je velmi tvrdé, velmi křehké, s minimální tažností, nelze jej kovat, tedy není kujné a slouží jako surovina pro výrobu železných materiálů – oceli a litiny.

Struska je lehčí než roztavený kov, vypouští se převážně kontinuálně. Vysokopecní struska slouží k výrobě některých druhů cementů, dlažebních kostek a cihel a v jemně rozemletém stavu je známá jako hnojivo tzv. Thomasova moučka.

Vysokopecní plyn se mimo užití jako zdroje tepla pro ohřev Cowperových předehřívačů vzduchu používá jako palivo ve spalovacích turbínách při výrobě elektrické energie nebo jako paliva spalovacích motorů, které pohánějí dmychadla dopravující vítr do vysoké pece.

Obr. 11 Struska

VÝROBA OCELI

Jak bylo výše řečeno surové železo vlivem vysokého obsahu uhlíku a dalších prvků vykazuje nepříznivé, zejména mechanické vlastnosti a nelze jej použít jako výchozí materiál pro výrobu strojních součástí. Další zpracování surového železa, při kterém se jeho mechanické a technologické vlastnosti podstatně zlepší se nazývá zkujňováni. V průběhu tohoto ocelářského procesu dochází ke sníženi obsahů uhlíku a ostatních uvedených prvků, zejména síry a fosforu.

Ve žhavém surovém železe obsažené prvky fosfor, křemík a mangan ochotně reagují s kyslíkem, lze říci, že jde o proces jejich oxidace, a z roztavené lázně přecházejí ve formě oxidů do

strusky. Tyto reakce jsou exotermické, dochází tedy k ohřátí lázně. Uhlík oxiduje na oxid uhelnatý, který probublává lázní a způsobuje „var“ lázně.

Ke zkujňování se používá principiálně tří druhů zařízení:

a) konvertory;

b) Siemens-Martinské pece;

c) elektrické pece obloukové a indukční.

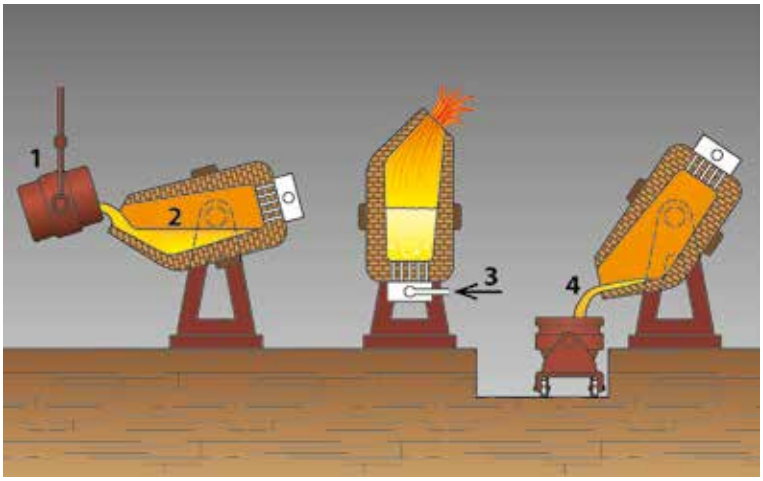
VÝROBA OCELI V KONVERTORECH

Konvertor je ocelová nádoba hruškovitého tvaru s žáruvzdornou vyzdívkou sklopná kolem vodorovné osy (obr. 12). Tento způsob byl vynalezen v roce 1856 anglickým metalurgem Henry Bessemerem a podstatně zproduktivnil a zlevnil výrobu oceli. Konvertor má děrované dno, kterým se vhání vzduch, nebo také např. čistý kyslík ve směsi s vodní parou nebo oxidem uhličitým. Plyn probublává vsázkou, kterou tvoří tekuté surové železo a max. 10 % ocelového šrotu.

V době zavedení tohoto způsobu, byly známy pouze žáruvzdorné, vyzdívkové materiály na kyselé bázi, proto bylo možno zpracovávat pouze surové železo s nízkým obsahem fosforu. Metalurg Thomas zavedl zásaditou vyzdívku konvertorů (pálený dolomit), která umožnila využít i surová železa s vyšším obsahem fosforu. Na základě uvedeného se rozeznávají ocelářské pochody kyselé a zásadité, konvertor Bessemerův nebo Thomasův.

Děrované, vyměnitelné dno vydrží až 90 taveb, vyzdívka se mění po 300 – 450 tavbách. Celý proces zkujňování trvá asi 20 min. Zdrojem tepla jsou dříve popsané exotermické, oxidační rovnice. Obsah těchto konvertorů se pohybuje v rozmezí 10 – 60 t.

Vývoj se však nezastavil, byly zavedeny další způsoby, které z uvedených způsobů vycházejí. Nejrozšířenější je konvertor kyslíkový. Čistý kyslík (někdy spolu s vápenným prachem) je vháněn chlazenou tryskou na lázeň shora. Tento způsob dovoluje zpracovat až 40 % ocelového šrotu a dokonce železnou rudu. Kyslíkové konvertory mají obsah 30 – 300 t a tavba trvá, dle velikosti konvertoru, 20 – 40 min. Tento pochod se nazývá LD, produktem je ocel o velmi nízkém obsahu vodíku a dusíku.



Obr. 12 Konvertor

SIEMENS-MARTINSKÁ PEC

Siemens-Martinská pec je vyzděna šamotovou vyzdívkou. Vytápí se generátorovým plynem. Plyn a potřebný vzduch jako zdroj kyslíku pro hoření se předehřívají v regeneračních komorách, které se nacházejí ve spodní části pece. Princip a uspořádání těchto dvou párů komor (vzduch-plyn) a jejich účel je stejný, jako účel Cowperových předhřívačů větru u vysokých pecí. Zde dochází k předhřevu obou složek na teplotu 1 100 – 1 150 °C. Jejich spalováním se dosáhne teploty pece až 1 700 °C. V těchto pecích lze zpracovávat surové železo pevné, tekuté a ocelový šrot v libovolném poměru. Nejvíce je rozšířen tzv. rudný pochod. Zde vsázku tvoří až 85 % tekutého železa, zbytek tvoří ocelový šrot a železná ruda, které slouží jako zdroj kyslíku pro zajištění rychlejšího průběhu celého procesu zkujňování.

OBLOUKOVÉ A INDUKČNÍ ELEKTRICKÉ PECE

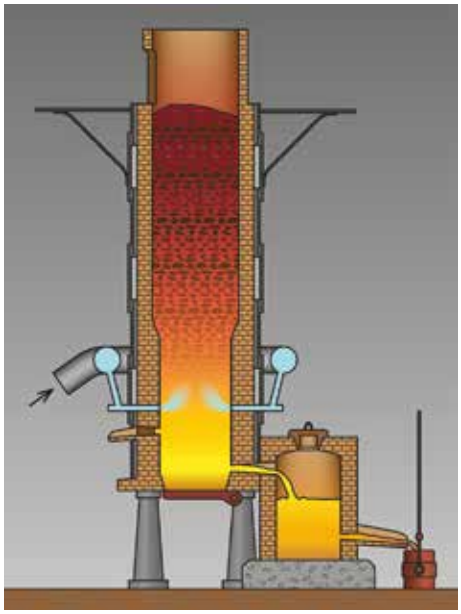
Elektrické pece obloukové a indukční mají své výhody a nevýhody. Na jedné straně vyšší náklady na výrobu tzv. elektrooceli, na straně druhé, možnost výroby ušlechtilých ocelí (lepší jakosti), větší rychlost tavby v porovnání se Siemens-Martinskými pecemi, dobré předpoklady pro automatizaci celého procesu.

Obloukové pece jsou tvořeny žáruvzdorně vyzděnou, sklopnou nístějí, do které zasahují 2 – 3 uhlíkové elektrody. Mezi elektrodami a vsázkou se uzavírá elektrický oblouk, jako zdroj potřebného tepla k roztavení vsázky. Vsázkou je ocelový šrot a ocelárenské surové železo. V poslední době, kde to dovoluje uspořádání provozu se také (za účelem snížení energetické náročnosti výroby) pracuje s tekutým železem. Licí teplota kovu je asi 1 600 °C, velikost pecí 0,5 – 80 t.

Indukční pece se v současnosti používají pouze vysokofrekvenční. V podstatě je tvořena kelímkem ze žáruvzdorné hmoty, který je umístěn uvnitř cívky. Její vinutí je tvořeno měděnými trubkami, kterými probíhá chladicí voda. Frekvence napájecího proudu je 500 – 10 000 Hz. Vsázka se ohřívá indukčními účinky napájecího proudu. Výhodou těchto pecí je velká rychlost tavení a nízká ztráta legujících prvků v průběhu tavby. Podmínkou je však vysoká čistota vsázky. Lze říci, že pece slouží zejména k přetavování a tedy k výrobě speciálních slitin a vysokolegovaných ocelí.

Mimo uvedené způsoby vedla snaha po snížení nákladů při výrobě oceli při současném zvýšení jakosti oceli k vývoji dalších metod, např. tavení a lití ve vakuu, v ochranné atmosféře nebo při sníženém atmosférickém tlaku.

VÝROBA LITINY



Obr. 13 Kuplovna

Menší část z produkce surového železa se použije ve formě slévárenského surového železa. Z tohoto materiálu se vyrábějí litiny, z nichž nejvíce rozšířenou je šedá litina.

Nejužívanějším zařízením, ve kterém se litiny taví jsou kuplovny. Kuplovna je šachtovitá asi 20 m vysoká pec. Vsázku tvoří cca 40 % slévárenského surového železa, zlomková litina a vratný materiál ze slévárny (nálitky, vtoky forem atd.) do 40 % objemu. Zbytek je ocelový šrot. Palivem je slévárenský koks, vápenec se přidává jako struskotvorná přísada. Vsázka, její druhování, již od prvopočátku podstatným způsobem ovlivňuje chemické složení a tím vlastnosti litiny. Na uvedeném schematickém obrázku je znázorněna kuplovna s tzv. předpecím (obr. 13). Předpecí je žáruvzdorně vyzděný prostor, ve kterém se litina shromažďuje. Dochází tak k vyrovnání chemického složení většího objemu denní produkce. Případně se tekutý kov shromažďuje v elektricky vyhřívaných nádobách – mísičích. Tímto způsobem se také vyrovnává kapacitně nerovnoměrný odběr tekutého kovu do kuplovny v průběhu směny. Zatímco u vysoké pece je zajištěn nepřetržitý provoz, slévárny jsou vybaveny min. dvěma kuplovnami, které se v tavení střídají. Jedna taví, u druhé se opravuje vyzdívka.

Litiny se používají jako slévárenský materiál k odlévání odlitků. Jejich licí teplota je cca 1 450 °C. Z celkového množství odlitků, které se vyrábějí je asi 75 % odlito z litin a 25 % z oceli. Litinové odlitky se po vychladnutí z forem (většinou pískových) tzv. vytloukají, tj. z formy vyjmou a zhruba očistí od písku. Kovově čistého povrchu se dosáhne jejich otryskáním ve velebráto-

Obr. 14 Litinový most přes řeku Severn

rech – tryskačích pomocí ocelových broků. Následuje broušení stop po nálitcích, vtocích a odstranění dalších drobných vad. Pak, ve většině případů, jde odlitek na sklad nebo přímo do obrobny. Co se dál děje s tekutou oceli?

Vyrobená ocel se může použít k výrobě polotovarů složitých tvarů některou technologií lití. Postup je podobný výrobě odlitků z litiny. Nálitky a vtokovou soustavu je třeba odříznout na strojních pilách nebo upálit kyslíko-acetylenovými řezáky. Odlitky z oceli je nutno vždy tepelně zpracovat. Zbývající tekutá ocel se odlévá do kovových forem – kokil a takto získaný polotovar většinou čtvercového průřezu se nazývá ingot. Ingot dále postupuje do válcovny nebo do kovárny, kde se tzv. tváří. Výstupním produktem jsou buď rozměrné výkovky nebo hutnické polotovary rozličných průřezů, které se dále zpracovávají technologiemi obrábění, tváření apod.

Počátkem 60-let byla zavedena technologie, která dovedně skloubila operace odlévání oceli a následného tváření válcováním. Tomuto způsobu se říká kontinuální lití – zkráceně kontilití a byl převzat z oblasti zpracování neželezných kovů (Al, Cu a jejich slitin). Litý kov tuhne v chladicím prostoru tzv. krystalizátoru. Krystalizátor si můžeme představit jako kokilu bez dna. Tento prostor má průřez, který odpovídá průřezu budoucího tzv. slitku (tj. kruhový, čtvercový, obdélníkový nebo jiný profil). Ztuhlý odlitek je odebírán – tažen tažnými válci rychlostí, která odpovídá rychlosti tvorby slitku. Speciální plynové řezáky dělí takto stále do délky rostoucí polotovar na potřebnou délku. Následně se ještě žhavé slitky válcují do tvaru polotovarů různých profilů. Technologie kontilití šetří energii, snižuje ztráty kvalitního kovu a umožňuje automatizaci celého procesu.

OCEL, OCELOLITINA A LITINA

Rozhodujícím prvkem, který určuje druh metalurgického produktu v oblasti železných kovů je uhlík.

Za ocel (obr. 15) se považuje materiál, který obsahuje maximálně 1,7 váhových procent uhlíku. Uhlík je v oceli přítomen jako chemická sloučenina Fe_3C – karbid železa tzv. cementit. Pro rychlou orientaci a jednoznačné určení se oceli značí barevnými pruhy a čísly, které je řadí do tříd. Zkušený technik z označení vyčte např. množství uhlíku v oceli, pevnost a důležité technologické vlastnosti. Dle obsahu uhlíku dělíme oceli na:

Obr. 15 Ocel

- **nízkouhlíkové** (do 0,25 % C) – jsou zaručeně svařitelné, používají se v automobilovém a spotřebním průmyslu. Plechy pro hluboký tah (nádoby, konzervy) obsahují uhlík do 0,1 %;
- **středněuhlíkové** (0,25 – 0,60 % C) – konstrukční oceli pro stavbu strojních zařízení. V některých případech se provádí již tepelné zpracování;
- **vysokouhlíkové** (nad 0,60 % C) – používají se hlavně ve stavu tepelně zušlechtěném pro výrobu pružin, drátů, řezných nástrojů a jiných více namáhaných součástí.

Je-li požadavkem dosáhnout u oceli dalších význačných vlastností nebo zachování vlastností např. za vyšších teplot, je možné oceli legovat, tj. přidat další prvek nebo prvky jako Mn, Ni,

Cr, Mo apod. Oceli s vyššími obsahy dalších prvků se nazývají oceli slitinové.

Litiny jsou slitiny železa s uhlíkem, křemíkem a dalšími prvky u nichž je obsah uhlíku vyšší než 2 %. Uhlík se v těchto slitinách vyskytuje ve formě grafitu, pak se jedná o šedou litinu (šedý lom) nebo cementitu a jedná se o litinu bílou (bílý lom). **Šedá litina** je jedním z nejstarších kovových stavebních a konstrukčních materiálů, např. první kovový most v Evropě byl sestaven z litinových dílců v roce 1779 a byl určen k přemostění řeky Severn v Anglii (obr. 14). Litina má dobré technologické vlastnosti, relativně nízkou tavící teplotu, dobrou slévatelnost, zabíhavost (schopnost tekutého materiálu vyplnit dutiny formy) a obrobitelnost. Vydrží poměrně velké namáhání tlakem, vykazuje příznivé frikční vlastnosti (nízký koeficient tření) a tlumicí schopnost. Je poměrně křehká. Obsah uhlíku se pohybuje okolo 3,5 % a křemíku okolo 2 %. Grafit se obvykle vylučuje ve struktuře ve tvaru lupínků – lupínkový grafit. To má za následek horší mechanické vlastnosti, zejména pevnost a tažnost. Lupínky působí jako vnitřní vruby a při zatížení způsobují místní koncentrace napětí. Tento nedostatek je odstraněn u **tvárné litiny**. Přidáním určitých prvků (Mg, Ca, Ce) se dosáhne vyloučení grafitu ve formě zrn (koagulovaný grafit). Tvárná litina tak získá dobré plastické vlastnosti, je přechodem mezi šedou litinou a uhlíkovou oceli. V praxi se ve větší či menší míře používají další speciální litiny, které vyžadují následné tepelné zpracování, např. temperovaná litina, případně úpravu licího kovu před litím tzv. očkovaná litina a pod.

TEPELNÉ ZPRACOVÁNI OCELI

To co dělá ocel tolik univerzálním materiálem je nejenom možnost ovlivňovat její charakteristiky chemickým složením, ale i skutečnost, že tyto vlastnosti lze dále zlepšovat změnami ve vnitřní struktuře materiálu, a to tepelným a tepelně-chemickým zpracováním. Základními druhy tepelného zpracování jsou žíhání, kalení, popouštění a mezi základní chemicko-tepelné zpracování patří cementace a nitridace ocelí.

Obr. 16 Kalený pilový list

Žíhání lze definovat jako ohřev obrobku na žíhací teplotu, výdrž na této teplotě a následné pomalé chladnutí na vzduchu. Velikostí žíhací teploty a délkou výdrže (v závislosti na chemickém složení oceli, zejména obsahu uhlíku) se ovlivňují hlavně mechanické vlastnosti oceli (tvrdost, houževnatost) a technologické vlastnosti (obrobitelnost). Žíhání se mj. používá za účelem odstranění pnutí v materiálu, které vzniklo při tváření za studena, po svařování nebo třískovém obrábění. Všeobecně lze říci, že žíháním tvrdost materiálu klesá a houževnatost stoupá.

Kalení je ohřev oceli na kalicí teplotu, která je obecně vyšší, než teplota žíhací. Po výdrži, která je nutná pro prohřátí celého obrobku, následuje rychlé ochlazení obrobku. Účelem kalení je získat vysokou tvrdost. Současně obrobek zkřehne, ztratí houževnatost, obtížně se opracovává. Různé druhy ocelí vyžadují různou rychlost ochlazení. Tento požadavek se zajistí správnou volbou chladicího media, kterým může být voda, olej, roztavená sůl nebo olovo. Zakalený výrobek se ve většině případů nedá ve výrobní praxi přímo použít. Jeho vlastnosti lze upravit následným tepelným zpracováním, které se nazývá popouštění.

Popouštění je ohřev na popouštěcí teplotu (vždy nižší než teplota žíhací), po kterém následuje ochlazení potřebnou rychlostí. Účelem popouštění je částečné sníženi tvrdosti oceli za současného zvýšení houževnatosti.

Proces, při kterém je prováděno kalení a následné popouštění konstrukčních ocelí (obr. 16) se nazývá souhrnně zušlechťování oceli.

CHEMICKO-TEPELNÉ ZPRACOVÁNÍ OCELÍ

Chemicko-tepelné zpracování je úmyslná změna chemického složení povrchových vrstev obrobků za potřebné teploty, které se projeví přímo zvýšenou tvrdostí (nitridování), nebo až po následném kalení (cementování).

Nitridování je sycení povrchu ocelového obrobku dusíkem v plynném nebo kapalném prostředí. V povrchové vrstvě se vytvoří velmi tvrdé nitridy. Prostředím sycení bývá plynný čpavek nebo roztavená kyanidová sůl.

Cementováním se označuje sycení povrchu ocelové součásti uhlíkem při cementační teplotě. Tento proces probíhá v prostředí tuhém (směs dřevěného uhlí a uhličitanu barnatého), v prostředí kapalném (např. kyanid sodný) nebo v plynu (CO, CH_4). Následuje kalení a popouštění. V obou případech získáme výrobek, který má velmi tvrdý povrch, odolný proti opotřebení, ale houževnaté jádro.

NEŽELEZNÉ KOVY

Neželezné kovy nejsou tolik významné z hlediska jejich používaného množství, ale mají velký význam pro své specifické vlastnosti. V mnohých případech již jejich nepatrné množství může rozhodovat o správné funkci, spolehlivosti, jakosti a výkonu velkých např. strojírenských

Tabulka 5 Vlastnosti vybraných kovů (tepelná vodivost při 25 °C)
*Legenda: Zn. – chemická značka, Teplota tání [°C], Hustota [kg·m^{-3}], Tvrdost [Mohs], Tep. vod. – tepelná vodivost [W·m^{-1}·K^{-1}], * nerezová ocel.*

NÁZEV	ZN.	T. TÁNÍ	HUSTOTA	TVRDOST	TEP. VOD.
Rtuť	Hg	–38,8	13 600	–	8,51
Cín	Sn	232	7 300	1,8	66,8
Olovo	Pb	327	11 400	1,5	35,3
Zinek	Zn	420	7 100	2,5	116
Hliník	Al	660	2 700	2,75	237
Stříbro	Ag	962	10 500	2,5	429
Zlato	Au	1 064	19 300	2,5	318
Měď	Cu	1 083	8 900	3	386
Nikl	Ni	1 453	8 900	4	90,9
Železo	Fe	1 535	7 860	4	80,2*
Titan	Ti	1 668	4 500	6	21,9
Platina	Pt	1 768	21 400	4,25	71,6
Chrom	Cr	1 907	7 190	8,5	93,9
Iridium	Ir	2 466	22 500	6,5	147
Wolfram	W	3 422	19 300	7,5	173

celků, a to v oborech, jako jsou energetika, elektrotechnika, elektronika, doprava apod. Ve všech těchto případech se používají vodiče elektrického proudu, pružiny z těchto kovů a jejich slitin, kontakty, povlaky jako ochrany proti korozi apod.

Výskyt rud neželezných kovů je mnohem menší v porovnání se železnými rudami, proto technici tyto kovy musí využívat s maximální rozvahou, aby se účelně využilo jejich vlastností na správných místech.

Bylo provedeno více pokusů o co nejnázornější třídění neželezných kovů. Např. dle hustoty, dle teploty tání a pod. Ustálilo se následující dělení:

- kovy s nízkou teplotou tání (Zn, Cd, Hg, Ga, In, Sn, Pb, Sb, Bi) a kovy alkalické (např. K, Na);
- kovy lehké (Be, Mg, Cca, Ba, Al);
- kovy se střední teplotou tání (Mn, Fe, Co, Ni, Cu);
- kovy s vysokou teplotou tání – tj. vyšší než Fe (Ti, Zr, Hf, V, Nb, Ta, Cr, Mo, W, Tc, Re);
- ušlechtilé kovy (Ag, Au, Pt, Ir, Os, Pd, Rh, Ru);
- radioaktivní kovy(Ra, Ac, Th, Po, U);
- ostatní kovy, tj. vzácné zeminy a tzv. polokovy (Si, Ge, atd.).

Následující kapitoly jsou zaměřeny na kovy, se kterými se lze v běžném životě setkat nejčastěji. Pro rychlé porovnání a orientaci jsou body tání a hustota některých kovů uvedeny v tabulce 5.

MĚĎ

Známky prvního užití mědi pochází z území přibližně dnešního Iráku, z doby asi 3 500 let př. n. l. Původně byla nacházena v ryzí formě, což je dnes velmi ojedinělé. Latinský název – cuprum je odvozen od jména ostrova Kypr, kde se díky výskytu mědi v čisté podobě a přítomnosti bohatých měďných rud, vyrábělo na svoji dobu velké množství velmi čistého kovu.

Obr. 17 Měděný kotlík

Měď je kov červené barvy, který lze dobře leštit, je velmi dobře kujný a tažný. Je výborným vodičem tepla a elektrického proudu. Spolu s hliníkem je nejrozšířenějším neželezným kovem. Dá se vyválcovat jako fólie o tloušťce několika setin mm a táhnout do tvaru drátu o průměru několika setin mm. Má velmi dobrou odolnost proti korozi, na suchém vzduchu je stálá, ve vlhkém vzduchu se pokrývá vrstvou modrozelené měděnky (zásaditý uhličitan měďnatý); tato vrstva chrání měď po dlouhou dobu před další oxidací (starožitnosti a měděné střechy).

Kvůli schopnosti mědi vést výborně teplo se z ní vyrábějí kotle, tepelné výměníky, nádoby na ohřívání a měděné hrnce (obr. 17); pro cukráře jsou měděné pánve při výrobě cukrovinek (karamelu) takřka nenahraditelné. Schopnost mědi odolávat počasí ji předurčuje jako střešní krytinu a materiál na střešní žlaby a svody. Jen stříbro vede elektřinu lépe než měď, proto se jí užívá k výrobě elektrických vodičů. Měď a její slitiny jsou důležitým kovem v mincovnictví; pomocí tenkých vrstev mědi lze ochraňovat jiné kovy před oxidací.

SLITINY MĚDI

Měď se obtížně slévá, a proto se z ní tvoří slitiny, které si v mnohých směrech zachovávají

dobré vlastnosti čisté mědi. Slitiny mědi si zachovávají atraktivní barvu, která se v závislosti na množství jednotlivých kovů mění od červené, přes čokoládově hnědou až po žlutou nebo bílou. Ze slitin se vyrábějí polotovary ve tvaru pásů různých tlouštěk, ve tvaru tyčí různých profilů.

Obr. 18 Mosazný drát a plech

Mosazi jsou slitiny mědi a zinku a na první pohled zaujmou svojí zlatavou barvou a leskem (obr. 18). Nejsou to však jediné kladné vlastnosti mosazí a možnost kombinovat poměr Cu a Zn ve slitině dává možnost její vlastnosti upravovat. Mosazi vynikají svojí tažností a tvárností, mají výborné frikční a akustické vlastnosti. To je předurčuje jako materiál pro výrobu žesťových hudebních nástrojů, klik, zámků, zipů, dekoračních předmětů a nábojnic.

Bronzy (cínové – do 33 % Sn) jsou slitiny mědi a cínu. Jejich vlastnosti byly objeveny v pravěku, pro převládající použití těchto materiálů byla celá epocha nazvána dobou bronzovou. Objev bronzu znamenal velký technologický pokrok, proti čisté mědi se bronz vyznačuje vyšší tvrdostí, také odolnost cínových bronzů proti korozi je velmi dobrá, téměř jako u mědi. Právě pro kombinaci těchto vlastností byl bronz využíván na výrobky přicházející do styku s mořskou vodou, především lodní šrouby. Dnes jej vytlačuje nerezová ocel. Dále je bronz základním materiálem pro odlévání kovových soch, jeho výborné akustické vlastnosti se využívají pro výrobu zvonů, činelů a strun. Dobré frikční vlastnosti nacházejí uplatnění při výrobě kluzných ložisek.

Alpaka (čínské stříbro, Pakfong) je zajímavou slitinou mosazi s niklem (Cu, Zn, Ni). Je výsledkem soutěže proběhlé v 1. pol. 19. stol. o vyrobení slitiny, která by se co nejvíce podobala stříbru. I když vzhled alpaky není s vzhledem stříbra zcela shodný, řada majitelů starožitných předmětů z alpaky se považuje za vlastníky stříbrného pokladu. To ještě navíc komplikuje skutečnost, že cca od roku 1840 se alpaka používala jako základ pro elektrolytické pokovování stříbrem. Dnes se alpaka používá na umělecké výrobky, v bižuterii, při výrobě hudebních nástrojů (flétny, saxofony) a pro zhotovování kontaktů a pružin v elektrotechnice.

HLINÍK

Hliník je nejhojněji se vyskytující kov v zemské kůře (a nejméně se vyskytující běžný prvek v živých organizmech). Proti železu a mědi je poměrně mladým kovem, jako první jej vyrobil dánský fyzik a chemik Hans Christian Ørsted v roce 1825. Ve druhé polovině 19. stol. byl tento kov obdivován pro svoji nízkou hustotu na dvoře Napoleona III. Zahraniční hosté dvora byli nanejvýše poctěni, když jim jídlo nebylo předkládáno, jak bylo zvykem na zlatě, ale v nádobí, zhotoveném z hliníku. Byl to vzácný kov této doby, pro svoji tehdy drahou a obtížnou výrobu.

Obr. 19 Bauxit

Hliník je kov poměrně nízké pevnosti, světlé barvy (obr. 20), má velmi dobrou tepelnou a elektrickou vodivost (asi ⅔ v porovnání s mědí). Jeho nízká hustota (je třikrát lehčí než ocel) a dobrá odolnost proti korozi ho předurčují pro použití v automobilovém, leteckém, elektrotechnickém průmyslu a ve stavebnictví. V potravinářském průmyslu i v domácnostech se pak užívá tenká hliníková fólie o tloušťce 15 μm – alobal.

Hliník se vyrábí z bauxitu (obr. 19), který obsahuje řadu minerálů bohatých na hliník. Jeho ložiska se v Evropě nacházejí ve Franci, Maďarsku a Řecku. Z bauxitu se získává čistý Al_2O_3 va-

Obr. 20 Hliníkové ešusy

řením v louhu. Samotný kov se získává elektrolýzou, která probíhá při 900 °C a jedná se tak o energeticky poměrně náročnou výrobu. Na druhou stranu je hliník možno recyklovat mnohem jednodušeji než např. ocel, v podstatě jej stačí pouze roztavit.

SLITINY HLINÍKU

Hliník tvoří mnoho slitin o výhodných vlastnostech, z nichž vyniká nízká hustota.

Dural (duraluminium) je slitina Al-Cu-Mg-Mn (Al tvoří asi 94 % slitiny). Tento materiál má velmi dobré mechanické vlastnosti, přitom si stále zachovává nízkou hustotu. Proto se využívá v letectví, v raketovém průmyslu a při stavbě ostatních dopravních prostředků, ale také při výrobě sportovních potřeb. Výrobek vyrobený z duralu má dvojnásobnou únosnost než stejný výrobek o stejné hmotnosti vyrobený z konstrukční oceli. Z duralu se také vyrábějí velmi složité tažené profily (např. na okenní rámy).

Silumin je slitina hliníku a křemíku, která má velmi dobré slévárenské vlastnosti a vysokou odolnost proti korozi. Používá se na bloky dvoutaktních motorů, těla fotoaparátů, objektivů a dalších přístrojů. Ze siluminu se rovněž vyrábí jádra tzv. titanového nádobí. U něho obvykle karbid titanu na povrchu zajišťuje odolnost proti poškrábání, zatímco siluminový základ, který má stejně jako ostatní hliníkové materiály výbornou tepelnou vodivost, rozvádí rovnoměrně teplo po dně nádoby.

OLOVO

Obr. 21 Olovo

Olovo patří mezi historicky nejstarší, lidmi vyráběný a požívaný kov (obr. 21). Je měkké a velmi tvárné, málo pevné, přísadami tvrdne. Má dobrou odolnost proti korozi, ale oxid olovnatý (PbO), který se tvoří na povrchu, je velmi jedovatý. V období vrcholu antiky se olovo používalo při stavbě akvaduktů a při výrobě užitkových nádob a existují hypotézy, že postupná plošná otrava PbO byla jednou z příčin rozpadu římského impéria. V 1. pol. 20. stol. se z olova vyrábělo vodovodní potrubí, které ale mělo vnitřní plochu provedenou z cínu.

Vlivem prokázané toxicity kovu a dalšího vývoje materiálů ztrácí olovo význam i v oblastech se kterými bylo spjato dlouhá desetiletí a staletí, např. ve výrobě střeliva (v myslivectví), liteřiny (olověná slitina pro lití sazby v tiskárnách) a protikorozních nátěrů. Svůj význam olovo neztrácí jako materiál pro výrobu olověných akumulátorů především pro automobily a nezastupitelné je rovněž jako štít proti rentgenovému záření.

Obr. 22 Cínový suvenýr

CÍN

Cín byl znám a lidmi používán již v době 3 500 let př. n. 1. Jde o kov světlé barvy, je výborně tvárný, trochu tvrdší než olovo s velmi vysokou odolností proti korozi (obr. 22). Lze dobře válcovat (na tzv. staniol o tloušťce 8 μm). Má dob-

ré slévárenské vlastnosti, které se přidáním olova a dalších prvků ještě zlepšují. Ve středověku se v hojné míře používal pro výrobu stolního nádobí. V současné době se asi polovina produkce využívá pro povrchovou ochranu kovů – pocínování a protože je cín zdravotně nezávadný, tak zejména v potravinářském průmyslu. Dále se využívá pro slitiny s mědí, pro měkké pájky, pro výrobu varhanních píšťal, cínových vojáčků a pro výrobu tabulového skla – lití na cín.

NIKL

Nikl je kov velmi tažný, houževnatý, na vzduchu a za obyčejné teploty velmi stálý, lze ho výborně leštit (obr. 23). V kyselinách se za vyšších teplot snadno rozpouští. Nikl má v současnosti tři hlavní oblasti použití. Je cennou součástí rozličných slitin, např. niklových ocelí, kterým dodává zejména houževnatost, nebo se místo stříbra užívá k výrobě bílého zlata. Druhou oblastí je užití niklu pro elektrické články s možností mnohonásobného dobíjení. Nikl-kadmiové (NiCd) a nikl-metal-hydridové (NiMH) články s možností mnohonásobného dobíjení se užívají v celé řadě přístrojů. Velké množství niklu se spotřebuje k elektrolytickému povlékání ocelových předmětů jako ochrana proti korozi. Poniklovány jsou české mince nominální hodnoty 1, 2 a 5 Kč (obr. 21). Vliv niklu na zdravotní stav lidského organizmu je však jednoznačně negativní, kožní alergií na něj trpí 6 – 10 % obyvatelstva. Diskutabilní je proto jeho používání ve šperkařství ale i v mincovnictví.

Obr. 23 Nikl a poniklované mince

ZINEK

Zinek je kov šedé barvy za normální teploty je křehký, teprve mezi 100 – 150 °C je tvárný, může se táhnout a válcovat. Má velmi dobrou korozní odolnost, protože se na povrchu potahuje vrstvou, která jej chrání před další oxidací (obr. 24). Ve tvářeném stavu se používá ve formě plechu pro zhotovení střešní krytiny a klempířských prvků. Dále se používá jako surovina pro galvanické pokovovaní a žárové zinkování. Zbývající část produkce zinku slouží hlavně pro výrobu slitin Al-Zn (tlakové lití) a Cu-Zn (mosazi).

Obr. 24 Zinek a pozinkovaný plech

TITAN

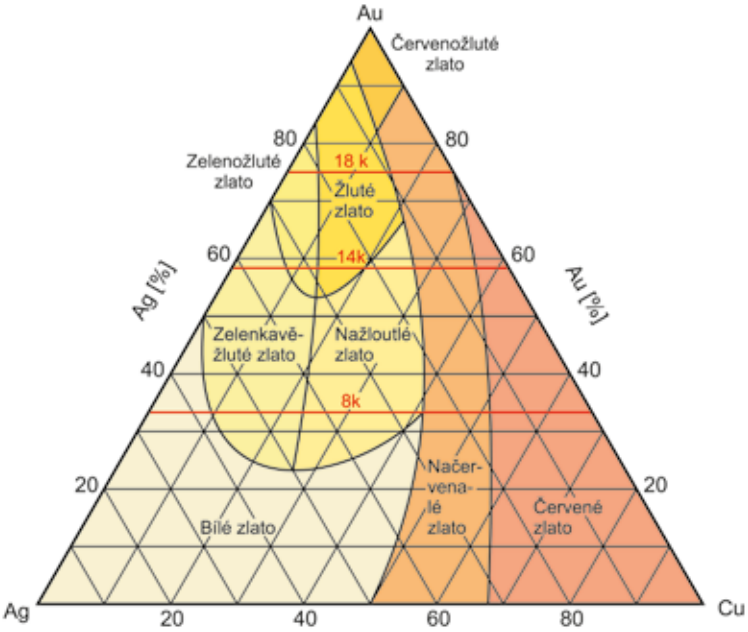
Titan je kov šedé barvy s vysokou korozní odolností, s mechanickými vlastnostmi, srovnatelnými s konstrukčními ocelemi. Má nízkou hustotu, nízkou tepelnou a elektrickou vodivost. Používá se ve zbrojním, leteckém, raketovém a chemickém průmyslu a jako přísada do oceli (jemné zrno). Díky své vysoké chemické netečnosti a netoxičnosti se z něho vyrábí implantáty v ortopedii, neurochirurgii, stomatologii nebo v obličejové a plastické chirurgii. Jako nealergenní ale i esteticky zajímavý materiál našel uplatnění ve šperkařství a při výrobě hodinek (obr. 25). Většímu rozšíření použití brání vysoká jeho kilogramové cena, která je způsobena poměrně komplikovanou výrobou.

Obr. 25 Titanové hodinky

Velmi zajímavou slitinu tvoří titan s niklem. Jedná se o slitinu s tzv. tvarovou pamětí nazvanou **nitinol**. Tvarová paměť označuje schopnost kovu podstoupit při konstantní teplotě deformaci a po zahřátí obnovit svůj původní tvar. Jev tvarové paměti je způsoben tím, že kov, u kterého se tato vlastnost vyskytuje, přechází při určité teplotě z jedné krystalické struktury do jiné. To je zapříčiněno tím, že se slitina snaží udržet v energeticky nejvýhodnějším stavu, a proto se vždy přeorientuje do krystalické mřížky, která je za daných podmínek energeticky nejúspornější. Pokud slitině něco v přechodu brání, dokáže vyvinout značnou sílu a rychlost (v závislosti na teplotě), aby se dostala do té krystalické struktury, která je pro ni za daných podmínek nejvhodnější. Nitinol se používá tam, kde chceme, aby materiál zaujal určitý tvar po změně teploty, např. v medicíně na implantáty vyplňující dutiny. Změnu teploty nitinolu lze zajistit průchodem elektrického proudu a pak jej lze využít jako pohonu např. v robotice pro pohyb prstů robotických paží a v železničním modelářství pro stavění výhybek.

STŘÍBRO, ZLATO A PLATINA

Stříbro, zlato a platina patří do skupiny ušlechtilých (drahých) kovů. Tyto kovy mají některé společné význačné vlastnosti. Zejména korozní odolnost za normálních a zvýšených teplot. Dalšími společnými vlastnostmi jsou velmi dobrá tepelná a elektrická vodivost; z tohoto pohledu vyniká stříbro.



Obr. 26 Závislost barvy zlata na přidaných kovech

V historii byly zlato a stříbro materiály pro výrobu platidel. Pro jejich měkkost se z nich po staletí razily mince (u nás např. stříbrný tolar a groš), dnes pamětní mince a medaile. Podobně dlouhou minulost má užití těchto kovů v klenotnictví. Obvykle se pro výrobu šperků neužívají kovy čisté, ale jejich slitiny nebo slitiny s dalšími kovy např. mědí a niklem. Dosahuje se tím zlepšení mechanických vlastností kovu, ale také změny jeho barvy (obr. 26). Ryzost zlata se pak označuje bezrozměrnou jednotkou karát [kt], kdy 1 karát je $\frac{1}{24}$ hmotnostního podílu zlata; ryzí zlato má tudíž 24 karátů. Kromě tohoto se pro označování čistoty kovu užívá i tisícinný poměr a tedy zlato 333 ($^{333}/_{1000}$, zlato s 33,3 % ryzího kovu) je zlato 8 karátové, 585 je zlato 14 karátové a zlato označené 750 má 18 karátů).

Vzhledem ke své vynikající elektrické vodivosti a inertnosti vůči vlivům prostředí jsou zlato a stříbro velmi často používané v mikroelektronice a počítačovém průmyslu. Hlavním oborem využití je zde především zajištění dlouhodobé a bezproblémové vodivosti důležitých spojů v počítači (např. kontakty mikroprocesoru). Pro tyto účely se příslušné kontaktní povrchy elektrolyticky pokrývají tenkou zlatou vrstvou. Stříbro se pro své vynikající reflexní vlastnosti užívá při výrobě optických zařízení (napařování ve vakuu) a působí baktericidně a desinfekčně, takže se využívá mj. při dezinfekci zdrojů pitné vody nebo ve formě nanočástic ve funkčním prádle. Platina a její sloučeniny jsou používány jako katalyzátory v řadě chemických reakcí; jemně rozptýlené platiny se využívá i v autokatalyzátorech, které slouží k odstranění nežádoucích látek z výfukových plynů.

KOVOVÉ MATERIÁLY V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Kovové materiály nepatří v primárním a preprimárním vzdělávání mezi nejvíce využívané materiály. Pravděpodobně je příčinou zažitá představa kovu jako chladného materiálu na jedné straně, na druhé straně je to možná dojem nedostupnosti kovů, které působí příjemnějším dojmem. Zcela jistě zde hraje roli i relativní obtížnost zpracování kovových polotovarů určitých rozměru. Bylo by však škoda, aby práce s kovovými materiály byla učiteli zcela zavržena a děti byly ochuzeny o setkání s nimi.

Nedostatek technologických možností lze odstranit správným výběrem kovového polotovaru. Jednoznačně vhodné jsou dráty, a to na různé praktické činnosti, často pouze jako doplňkový materiál (různá očka, svorky apod.), ale i jako hlavní materiál především pro drátování. Použít je možné celý sortiment materiálů, měď, mosaz, nerezová ocel, vhodný je také ocelový pocínovaný drát. V současné době jsou v nabídce řady obchodů s hobby potřebami i dráty barevně lakované. Pro činnosti dětí na 1. st. ZŠ volíme dráty relativně tenké, 0,3 – 0,5 mm, práce s nimi se podobá spíše šití, obvykle je lze dělit obyčejnými nůžkami. Pokud děti prokáží při činnosti zručnost, lze volit i dráty větších tlouštěk.

Je zřejmé, že práci s drátem nelze pro preprimární vzdělávání bez výhrad odporučit. Zde se spíše hodí plošný polotovar, a to alobal. Z něho lze vytvářet pouhým ohýbáním či volným mačkáním řadu jak plošných tak prostorových objektů. Práce to může být velmi kreativní, dítě při ní rozvíjí jemnou motoriku a zároveň vnímá odlišnost materiálu (viz tepelná vodivost hliníku). Pro náročnější činnosti s plošným kovem se hodí tenké hliníkové plechy (cca 0,2 mm) získané buď z kuchyňských jednorázových forem na pečení nebo přímo zakoupené pro dekorativní činnosti v kutilských nebo výtvarných potřebách. Tyto fólie jsou vyráběny nejenom ve stříbrné, ale i ve zlaté a měděné barvě.

DŘEVO

Dřevo jako materiál provází člověka v celém procesu jeho vývoje od prehistorie až po současnost. Pravěký člověk nejprve pouze sbíral kusy dřeva vhodných tvarů, teprve později přešel k primitivní těžbě a opracovávání kamennými nástroji. Postupně se však dřevo stalo pro lidstvo materiálem takřka nepostradatelným a to jako nejdůležitější stavební materiál pro domy, mosty, posléze další stavební prvky jako jsou krovy, dveře, okna apod. Neméně důležitou roli hrálo dřevo v rozvoji dopravy. První místo z hlediska spotřeby dřeva zcela jistě zaujímala doprava lodní. Bez značného množství dřeva na stavbu lodí by nebylo dosaženo pro Evropu zásadních zámořských objevů. Hlavní roli mělo dřevo i v dopravě pozemní při konstrukci povozů a kočárů. Dřevěná loukoťová kola se používala 4 tis. let, dokonce i na prvních automobilech. Svoji roli dřevo sehrálo i v rozvoji průmyslu, dřevěné mechanické konstrukce byly základem vodních a větrných mlýnů, velké množství dřeva bylo třeba pro výdřevu dolů a dřevěné uhlí bylo po dlouhá staletí jediným skutečně výhřevným palivem.

Do relativně nedávné minulosti však platilo, že dřevo bylo plošně nahrazováno jinými materiály. I když existují obory, kde je dřevo do jisté míry nenahraditelné (stavebnictví, báňský průmysl, papírenský průmysl, výroba hudebních nástrojů, pivovarnictví, vinařství apod.), prudký rozvoj ostatních materiálů a snížení ceny jejich výroby bylo platným argumentem. Dnes je možné konstatovat, že tento trend se mění nebo alespoň zpomaluje a řada odvětví se ke dřevu jako jedinečnému materiálu opět navrací.

VLASTNOSTI DŘEVA

Dřevo je vyhledávaným materiálem hlavně pro svou dostupnost, snadné zpracování, dobré mechanické vlastnosti. Výrazný je obzvláště poměr pevnostních hodnot ku vlastní hmotnosti, kterým dřevo předčí většinu ostatních běžných materiálů. V řadě vlastností jsou dřeva jednotlivých dřevin natolik odlišná, že je možné je považovat za rozdílné materiály a některé vlastnosti dřeva jsou natolik rozdílné od obecného pohledu na vlastnosti materiálů, že je třeba se jimi zajímat podrobněji.

KRESBA DŘEVA

Na kresbu dřeva se klade velký důraz především při volbě dřeva na nábytek a v řezbářství. Kresba dřeva, tzv. textura, je obraz určitého dřeva podmíněný jeho skladbou, zbarvením a leskem. Kresba je dána především polohou a tvarem letokruhů, přičemž nejzřetelnější letokruhy vytvářejí stromy jehličnaté. Texturu dřeva rovněž výrazně ovlivňuje druh řezu, nejvýraznější a také nejcharakterističtější kresba je u řezu tečnového, tzv. fládr. Velmi oblíbené jsou též dřeva kořenů, tzv. kořenice; dýhy z nich mají krásnou květovanou texturu.

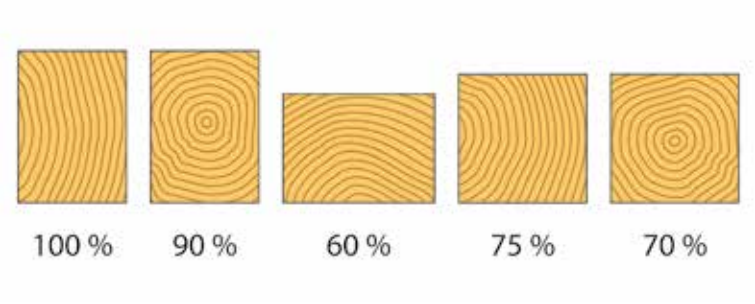
Obr. 27 Exotické dřeviny – Eben, Padouk a Balza

BARVA A LESK DŘEVA

Barva dřeva nemá jen estetický význam, ale i technický. Obvykle platí, čím tmavší dřevo, tím trvanlivější. Barva dřeva se mění se zráním stromu, většinou se určuje podle barvy jádra. Naše dřeviny nemají příliš výrazná a pestrá zbarvení, barva většiny z nich jde od smetanově

bílé po hnědou a spíše výjimky potvrzují toto pravidlo. Naproti tomu exotické dřeviny (obr. 27) vynikají čistými a jasnými barevnými tóny dřev, které mohou nabývat celé řady výrazných barev: oranžová – Padouk, červená – Merati, modrá – Logwood (kampeška), zelená – Whitewood, tmavě hnědo-čevená – Bubinga, černá –Eben, atd.

PEVNOST DŘEVA



Obr. 28 Nosnost trámů o rovnoplochém průřezu

Dřevo bývá málokdy namáháno tahem, proto, než pevnost v tahu, jsou u něho mnohem důležitější pevnost v tlaku a ohybu. Pevnost v tlaku se uplatňuje u shora zatížených sloupků, u noh nábytku, u železničních pražců apod. Pevnost v ohybu se projeví, je-li vodorovně položený trám zatěžován kolmo na směr vláken. Zkouškami bylo prokázáno, že nejvyšší nosnost má trám obdélníkového průřezu na výšku s poměrem stran 5 : 7 a s letokruhy téměř kolmými k užší straně. Pokud tyto ideální parametry dodrženy nejsou, nosnost trámů klesá (obr. 28).

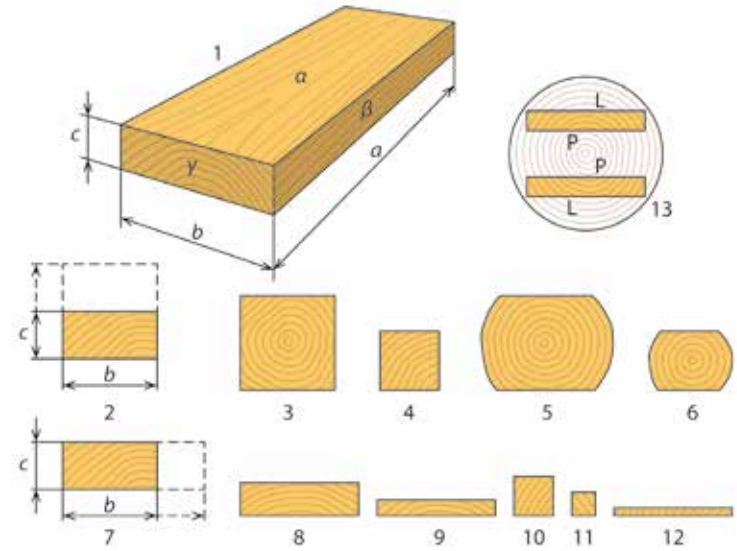
TVRDOST DŘEVA

Tvrdost dřeva je dána schopností jiného tělesa proniknout do struktury dřeva a závisí na struktuře, hustotě, anatomické stavbě dřeva. Tuto zkoušku lze provést orientačně vrypem nehtem. Podle tvrdosti stanovené při 12 % vlhkosti dřeva se dřeviny dělí následovně:

- dřeva měkká (tvrdost 40 MPa a méně): smrk, jedle, borovice, topol, lípa – vryp tvoří zřetelnou rýhu;
- dřeva tvrdá (tvrdost 40 – 80 MPa): jasan, jilmy, duby, ořech – vryp nehtem netvoří výraznou rýhu;
- dřeva velmi tvrdá (tvrdost nad 80 MPa): habr, akát, tis – vryp nehtem není viditelný.

Tabulka 6 Vlastnosti vybraných druhů dřev
Legenda: Hustota – typická hustota [kg·m^{-3}], Pevnost – pevnost v tahu/ohybu [N·mm^{-2}], , nezjištěno.*

DRUH DŘEVA	ZKRATKA	HUSTOTA	PEVNOST	TVRDOST
Smrk	SM	430	84/68	měkké
Borovice	BO	480	102/80	měkké
Modřín	MO	550	105/93	měkké
Dub	DB	630	108/95	tvrdé
Buk	BK	660	130/120	tvrdé
Lípa	LP	480	83/*	měkké
Jasan	JS	640	161/105	velmi tvrdé
Balsa	BAL	140	73/*	měkké
Eben	EBE	1140	*/*	velmi tvrdé



Obr. 29 Pilařské polotovary a jejich názvosloví

Legenda:

1 *Rozměry řeziva, a – délka, b – šířka, c – tloušťka (menší rozměr v příčném řezu, α – plocha, β – bok, γ – čelo;*
2 *Řezivo hraněné (řezivo čtyřstranně řezané, jeho šířka se rovná tloušťce nebo je až jejím dvojnásobkem);*
3 *Hranoly (hraněné řezivo o ploše čela větší než 100 cm²),*
4 *Hranolky (hraněné řezivo o ploše čela od 25 cm² do 100 cm²);*
5 *Trámy (řezivo polohraněné s tloušťkou větší než 10 cm a s čelní plochou přesahující 100 cm²);*
6 *Polštáře (polohraněné řezivo s tloušťkou do 10 cm a s čelní plochou od 25 cm² do 100 cm²);*
7 *Deskové řezivo (řezivo, jehož šířka je větší než dvojnásobek tloušťky a čelní plocha větší než 10 cm²);*
8 *Fošny (deskové řezivo s tloušťkou 3,8 až 10 cm);*
9 *Prkna (deskové řezivo o tloušťce 1,5 až 3,2 cm;*
10 *Drobné řezivo (řezivo s čelním průřezem menším než 25 cm²);*
11 *Lišty (čelní plocha je menší než 10 cm²);*
12 *Dýhy (desky nebo listy o tloušťce 0,01 až 1 cm*
13 *Názvy ploch řeziva vzhledem k umístění ve kmeni (P – pravá strana, blíž ke dřeni, L – levá strana, blíž k obvodu kmene).*

ZPRACOVÁNÍ DŘEVA

PĚSTOVÁNÍ LESA A TĚŽBA DŘEVA

Před vlastním zpracováním dřeva je prováděna celá řada činností, z nichž některé předcházejí tyto aktivity o celou lidskou věkovou generaci. Patří sem široký okruh prací věnovaný pěstování lesů a těžbě dřeva. Pěstováni lesů v sobě zahrnuje sběr semen (lesní semenářství), pěstováni sazenic (lesní školkařství), zalesňováni (výsadba sazenic), ošetřování kultur a tzv. výchovu porostu (prořezávky, probírky, oklest). Jestliže stromy dosáhnou vhodného věku, kdy kulminuje nárůst dřevní hmoty lesa (tzv. mýtní zralost), což je u převážné většiny dřevin asi 80 – 120 let, je možno zahájit těžbu.

Těžba se provádí většinou v období vegetačního klidu, kdy dřevo obsahuje minimum mízy a vody. Nejprve se kmen stromu nařízne pilou vodorovným řezem a k němu šikmým řezem vyřízne klín na tu stranu, kam má strom padat. Na opačné straně se kmen částečně prořízne. Do částečného řezu se zasadí a napruží páčidlo. Kmen se dořízne ze strany mezi klínem a páčidlem špičkou pily a padá na určenou stranu, zatímco páčidlo vypadne. Plocha řezu se zarovná a kmen se odvětví, odkorní a dopraví ke zpracování.

Obr. 30 Borcení dřeva

SUŠENÍ DŘEVA

Vlastnímu použití dřeva ve výrobě předchází velmi důležitý proces sušení. Vytěžené dřevo obsahuje totiž až 80 % vody, která značně zvyšuje jeho hmotnost, ale má také podstatný vliv na pozdější změnu tvaru a rozměrů při vysychání. Změna tvaru a rozměrů dřeva při sušení se označuje jako borcení (při zvyšování vlhkosti bobtnání). Rozměrové změny jsou podle stavby a druhu dřeva velmi různé, nicméně

jejich poměr ve směru radiálním a tangenciálním je přibližně 2 : 3, což způsobuje nezanedbatelnou změnu tvaru sušených pilařských polotovarů (obr. 30).

Pro kvalitu polotovaru je tedy důležité, jak bylo dřevo při vysychání uskladněno. Špatně uložené dřevo nevysychá rovnoměrně, často se kroutí, popraská, eventuálně je napadáno hnilobou. Přirozené sušení dřeva je proces, který trvá od několika měsíců až po několik let, záleží na tloušťce polotovaru a druhu dřeviny. Umělým sušením lze tento proces zkrátit na týdny. Dřevo se nechává vyschnout na 10 % – 15 % vlhkost podle toho, bude-li sloužit vnitřním nebo venkovním účelům.

Obr. 31 Dýhy (navrchu kořenicová)

DŘEVĚNÉ POLOTOVARY

PILAŘSKÉ POLOTOVARY

Velká část vytěženého dřeva se zpracovává na tzv. katru na pilařské polotovary (obr. 29). Mezi polotovary označované jako deskové řezivo patří prkna a fošny (liší se tloušťkou), termínem hraněné řezivo označujeme hranoly, hranolky, drobné řezivo a lišty (liší se velikostí čelní plochy), jako polohraněné označujeme řezivo, které má dvě plochy rovnoběžné a boky oblé (trámy a pod).

DÝHY

Vytěžené dřevo určité kvality a vybraných druhů dřevin se zpracovává na tzv. dýhy, což jsou tenké pláty dřeva (obr. 31). Dříve se používaly proto, aby se šetřilo se vzácnými dřevy. Vyrábějí se řezáním, krájením nebo loupáním z výřezů kvalitního dřeva. Používají se jako vrchní dekorativní vrstva. Jsou výchozím polotovarem pro výrobu překližek a tzv. sesazenky (dýhy vzájemně spojené bočními plochami) slouží k polepování velkoplošných desek v nábytkářském průmyslu.

Obr. 32 Překližka

PŘEKLIŽKY

Překližky (obr. 32) jsou vyrobeny z lichého počtu dýh, lepených na sebe tak, aby se vlákna křížila většinou v pravém úhlu. Křížení vrstev zabraňuje pracování dřeva a umožňuje vytvořit stabilní dřevěný deskový polotovar o značné šířce (běžně 1 m a více). Překližky jsou poměrně odolné vůči zacházení, např. při proražení překližky hřebíkem je menší pravděpodobnost roztržení všech vrstev a hřebík v překližce drží pevněji. Překližky se vyrábějí trojvrstvé, pětivrsvé a vícevrstvé, v tloušťkách obvykle od 3 do 12 mm. Používají se při výrobě nábytku, ale také ve stavebnictví, letectví a leteckém modelářství.

LAŤOVKY

Méně kvalitní, často smrkové, dřevo se používá na výrobu tzv. laťovek (obr. 33). Z tohoto dřeva se nejprve vyrobí lišty, které se boky sklíží do desky. Ta se z obou stran polepí dýhou tzv. vložkou, směr jejíž vláken je kolmý na osu lišt a zajišťuje pevnost laťovky. Obvykle se takto vzniklá laťovka polepuje další dvojicí dýh, tzv. překližovačkami, které dále zvyšují pevnost laťovky, ale mají hlavně dekorativní účel. Hlavní předností laťovky je její nízká hmotnost způsobená užitím lehkého smrkového dřeva a dekorativní vzhled, který je dán užitím překližovaček vyráběných z kvalitních

i exotických dřevin. Laťovky se používají v nábytkářství, ve stavebním truhlářství, při výrobě lodí apod.

Obr. 33 Laťovka

DŘEVOTŘÍSKOVÉ POLOTOVARY

Dřevotřískové polotovary jsou ve tvaru desek (DTD), které se vyrábějí lisováním malých dřevěných částeček nebo jiných lignocelulózových částic s lepidlem. Třísky jsou v deskách uloženy většinou rovnoběžně s rovinou desky. Deska může být jedno nebo vícevrstvá s přechodem vrstev ve struktuře materiálu. To znamená že uprostřed desky se nachází vrstva s většími třískami a s menším množstvím pojiva, která umožňuje např. zašroubování vrutu, na krajích desky je vrstva s menšími třískami, pevněji slepenými, zajišťující pevnost desky a její povrchovou tvrdost. Oblíbené a hojně užívané jsou desky DTD-L, což jsou desky oboustranně potažené a za tepla lisované s papíry napuštěnými melaminovou pryskyřicí (obr. 34). Tyto desky se využívají v nábytkářství a pro vnitřní vybavení staveb, vyrábějí se v řadě dekorů i v imitacích dřev, v tloušťkách od 6 do 50 mm a v relativně velkých rozměrech např. 2 800 × 2 070 mm. Dřevotřískové desky DTD mají celou řadu nevýhod, jsou poměrně těžké, jejich hustota je větší než u dřeva dubu a buku. Dále jsou značně choulostivé vůči vlhkosti a vodě, po nabobtnání, které je značné, se do původního tvaru již nevrátí. Diskutabilní je rovněž užívání některých lepidel užívaných při jejich lisování, neboť rozpouštědla v nich obsažená mohou představovat zdravotní rizika.

Obr. 34 Dřevotřísková deska – DTD-L

OSB (Oriented Strand Board) desky jsou tvořené z velkoplošných třísek – dřevních štěpků velikosti 2 – 10 cm, které jsou hlavně ve vnějších vrstvách rovnoběžně uspořádané s délkou nebo šířkou desky (obr. 35). Desky se vyrábí s broušeným nebo nebroušeným povrchem. Mohou také mít v krajích vyfrézované pero, resp. drážku, pro vzájemné napojení při tvorbě podlah nebo stěn, což je jejich hlavní využití. Desky mohou být vodovzdorné.

Obr. 35 OSB deska

DŘEVOVLÁKNITÉ POLOTOVARY

Dřevovláknité desky (DVD) se vyrábějí z lignocelulózových vláken pod tlakem a za vysoké teploty. Soudržnost vláken se získá jejich zplstnatěním a přirozenými pojícími vlastnostmi nebo přidáním lepidel. Při výrobě dřevovláknitých desek se využívají dva způsoby – mokrý a suchý.

Při mokrém způsobu jsou lignocelulózová vlákna po celou dobu výroby mokrá, a to od jejich rozmělňování až po lisování desky. Vzniklé desky jsou poměrně měkké, z výroby na jejich plochách obvykle zůstává otisk síta. Používají se jako izolační materiál nebo se hlavně v minulosti pro svou měkkost používaly jako základ pro nástěnky. U nás jsou tyto desky známé pod názvem hobra (obr. 36). Ten vznikl z původního obchodního názvu desek, které se vyráběly od 30. let 20. st. v Broumově.

U desek vyráběných suchou cestou probíhá zasucha jejich lisování. Obsahují větší množ-

ství pojiva a je u nich dosaženo podstatně kvalitnějšího povrchu i větší tvrdosti a pevnosti. Zástupcem středně tvrdých dřevovláknitých desek je deska MDF (Medium Density Fiberboard), která se vyznačuje stejnorodou strukturou slisovaných vláken v celém svém průřezu. To umožňuje její výborné opracování v ploše i hraně, takže se z ní např. vyrábějí tvarovaná dvířka kuchyňských linek. Navíc je vhodná pro povrchovou úpravu laminací, vysokotlakým laminátem, lakováním a dýhováním. Příkladem tvrdých vláknitých desek jsou Sololit a Sololak.

Obr. 36 Hobra

STAVBA DŘEVA

Stavba dřeva se posuzuje podle znaků makroskopických, tj. znaků, které jsou pozorovány pouhým okem (popř. lupou), nebo podle znaků mikroskopických, tj. znaků, které lze pozorovat pouze při zvětšení mikroskopem. Pro běžnou praxi a pro určování základních druhů dřevin mají hlavně význam znaky makroskopické.

Obr. 37 Základní řezy dřevem

Základní řezy dřevem (obr. 37), v nichž se makroskopické znaky pozorují, jsou:

- **řez příčný** (axiální) – vedený kolmo k podélné ose kmenu, viditelné jsou všechny části struktury kmene (obr. 38), letokruhy se jeví přibližně jako soustředné kružnice;
- **řez středový** (radiální) – vedený v podélné ose stromu, viditelné jsou všechny části struktury kmene, letokruhy se jeví přibližně jako rovnoběžné čáry;
- **řez tečnový** – vedený rovnoběžně s podélnou osou stromu, ale ne v ní, viditelná není dřeň, příp. jádrové dřevo, letokruhy vytvářejí pro dřevo typickou fládrovou kresbu.

DŘEŇ

Dřeň se nachází uprostřed kmene. Její průměr se pohybuje okolo 3 mm a má většinou oválný nebo kruhový tvar.

LETOKRUHY

Dřevo je tvořeno vrstvami obklopujícími dřeň. Letokruhy jsou v příčném řezu kmenem patrné jako čáry, tvarem připomínající soustředné kružnice. Skládají se ze dvou částí, z jarního dřeva (světlejší, měkčí část) a z letního dřeva (tmavší, tvrdší a většinou tenčí část). Letokruh představuje roční přírůstek dřeva. Na jaře, kdy dochází k bouřlivému vegetačnímu vývoji dřeviny (pučení zeleně, květů) bývá většinou přírůstek větší, ale řidší, obsahuje většinou velké buňky sloužící k výživě dřevin. V létě, když už dřevina prožívá poněkud klidnější a vyrovnanější období, přirůstají buňky pomaleji, přírůstek je hustší a zároveň tmavší, obsahuje hlavně menší buňky plnící stavební funkcí.

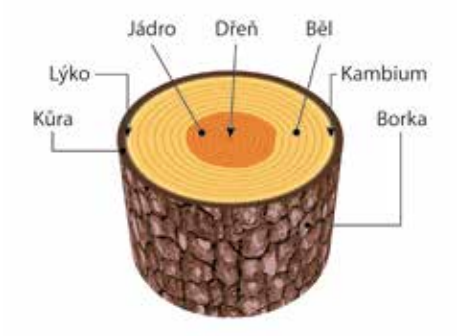
Na podzim a v zimě je dřevina v období vegetačního klidu. Je zřejmé, že u dřevin našeho zeměpisného pásu je možné podle počtu letokruhů, resp. podle počtu čar letního dřeva, určit poměrně přesně stáří dřeviny. U dřevin tropických tento způsob většinou selhává, protože v tropických krajinách probíhají jinak vegetační období a navíc není tak výrazné období vegetačního klidu, což se projeví v nejasně odlišených přírůstcích a v jejich těžko definovaném počtu.

DŘEVO BĚLOVÉ A JÁDROVÉ

Dřevo některých dřevin má odlišnou barvu vnější části od části vnitřní. Vnější část je světlejší, proto ji označujeme jako tzv. běl (bělové dřevo), vnitřní část je tmavá a označujeme ji jako tzv. jádro (jádrové dřevo). Běl, jádro spolu s letokruhy určují kresbu (texturu dřeva), která je pro dřevo charakteristická a díky ní je dřevo používáno i jako dekorační materiál. Z mikrostruktury dřeva jsou nejvýznamnější elementy dřeva buňky. Souhrn buněk stejné stavby a funkce vytváří tzv. pletiva. Ve dřevě se vyskytují hlavně pletiva mechanické (stavební), vodivá (cévy) a pletiva zásobní.

KAMBIUM

Kambium je tenká vrstva buněk zaujímající v kmenu válcovitý tvar po jeho obvodu. Toto rostlinné pletivo zajišťuje růst dřeva směrem do středu kmene a zároveň růst lýka směrem opačným a tak způsobuje tloustnutí kmene. Lze říci, že je to v axiálním řezu kmenem v podstatě jediná vrstva živých buněk.



Obr. 38 Struktura dřeva

LÝKO

Lýko je systém pletiv, který rozvádí organické živiny do všech částí rostliny, kde je třeba. U stromů se lýko nachází mezi kambiem a pod vnitřní vrstvou borky. Lýko, především lipové, bylo hojně užívaným materiálem, dávní zemědělci si chránili chodidla obutím z tohoto tenkrát snadno dostupného materiálu. Podle Kosmovy kroniky měly střevíce z lýčí Přemyslovi i všem následujícím panovníkům připomínat jejich lidový původ a v širším slova smyslu i sepětí se zemí. Lýko je dostupné i v současnosti, používá se jako dekorační materiál, pro pletení ošatek, košíků apod.

BORKA

Borka je odumřelá, povrchová vrstva kmene, je tvořena odumřelými buňkami. Bývá často nesprávně označovaná jako kůra, což je pouze její svrchní část. Má ochrannou funkci. Některé druhy dřevin mají borku rozbrázděnou a tlustou několik centimetrů (dub), jiné tenkou a odlupující se či hladkou borku bez rýh (buk). Borka některých rostlin má léčivé účinky, např. dubová. Borová borka je pro svoji měkkost vhodný materiál pro řezbu (lodičky).

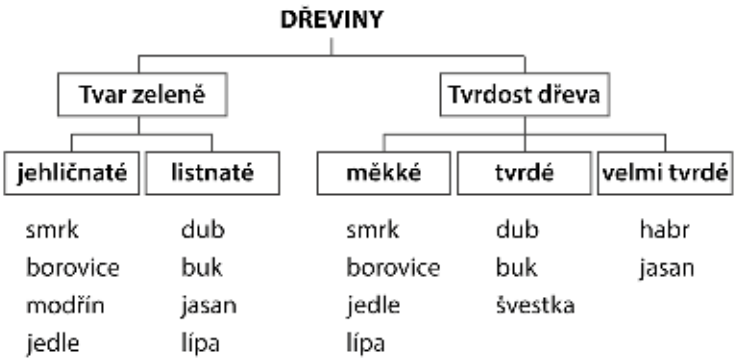
ROZDĚLENÍ DŘEVIN

Nejprve je nutno rozlišit dva základní pojmy – dřevina a dřevo. Termínem dřevina označujeme druh rostliny (smrk, borovice) ve smyslu botanickém a dřevem rozumíme materiál resp. látku, kterou je dřevina tvořena.

Základními kritérii pro dělení dřevin je tvar zeleně a tvrdost jejího dřeva. Na základě těchto kritérií si můžeme základní tuzemské dřeviny rozdělit následujícím způsobem. V praxi se pak

tato kriteria spojují, takže hovoříme např. o měkkých jehličnanech resp. měkkých listnáčích a pod.

Pro rozdělení dřeva se využívá i některých jiných vlastností. Dřeva např. dělíme podle hustoty na dřeva lehká (smrk, borovice, topol, lípa), na dřeva středně těžká (modřín, buk, dub, javor, jasan) a velmi těžká dřeva (habr).



Obr. 39 Rozdělení dřevin

MAKROSKOPICKÉ ZNAKY, VLASTNOSTI A POUŽITÍ DŘEVA VYBRANÝCH DŘEVIN

SMRKOVÉ DŘEVO

Má světle nažloutlou barvu a ostře ohraničené letokruhy (obr. 40). Dřevo je měkké, poměrně trvanlivé, lehké (hustota 430 kg·m^{-3}), dobře štípatelné, voní pryskyřicí. Mezi nevýhody patří, že se při obrábění odštipuje a nelze jej vybrousit zcela dohladka ani leštit. Smrkové dřevo je cenově dostupné a tudíž velmi používané. Uplatňuje se hlavně ve stavebnictví (střešní konstrukce), ve stavebním truhlářství a při výrobě technické celulózy.

Obr. 40 Smrkové dřevo

Rezonanční smrkové dřevo je dřevo s velmi hustými letokruhy, které vzniknou malými přírůstky na stromech rostoucích v obtížných obvykle horských podmínkách. Kombinace přirozené pružnosti a nízké hustoty smrkového dřeva spolu se zvýšenou pevností danou hustými letokruhy pak přináší výborné akustické vlastnosti, pro které je smrkové dřevo považováno při výrobě hudebních nástrojů, především houslí, za nenahraditelné.

Obr. 41 Borové dřevo

BOROVÉ DŘEVO

Borové dřevo je dřevo s výrazným červenohnědým jádrem a se širokou bělí (obr. 41). Letokruhy má výrazné. Dřevo voní pryskyřicí. Je měkké, lehké a pružné, ale tvrdší a těžší (hustota 480 kg·m^{-3}) než smrkové. Je často smolnaté se zarostlými suky, při obrábění může zanášet nástroje pryskyřicí. Je trvanlivé. Používá se na venkovní konstrukce, stavební truhlářství (okna, dveře), pro výrobu masivního nábytku (v selském stylu), pro součásti sportovních letadel a pod.

Obr. 42 Bukové dřevo

BUKOVÉ DŘEVO

Dřevo bukové je dřevo bez jádra, zlatavě růžové barvy

(obr. 42). Dřevo starých stromů se často vyznačuje tzv. nepravým jádrem. Je to barevně odlišná část, která však není ohraničená letokruhem. Letokruhy jsou nezřetelné, kresba poměrně nevýrazná. Bukové dřevo je tvrdé, těžké, jeho hustota je 660 kg·m^{-3}, je však málo trvanlivé. Používá se ve stavebním a nábytkovém truhlářství, při výrobě překližek, na výrobu rukojetí k ručnímu nářadí, v uměleckém truhlářství. Protože nevytváří dlouhé třísky, hůře se štípe a nemá výraznou vůni ani chuť, používá se na výrobu dřevěného kuchyňského náčiní, dětského nábytku a hraček.

Obr. 43 Dubové dřevo

DUBOVÉ DŘEVO

Dub má dřevo s jádrem, běl je velmi úzká. Dubové dřevo je žlutohnědé až šedohnědé (obr. 43). Na příčném řezu jsou patrné pouhým okem drobné otvůrky (cévy), na podélném řezu jsou vidět jeho podélné rýhy. Nedají se odstranit obráběním. Dřevo je tvrdé a těžké, hustotu mé 630 kg·m^{-3}. Je velmi trvanlivé i ve vodě. Používá se na výrobu schodišť, parket, prahů (stavební truhlářství), v nábytkovém truhlářství (dýhy), v uměleckém truhlářství a na výrobu vinných a pivních sudů.

DŘEVĚNÉ MATERIÁLY V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Dítě se se dřevem setkává už od nejútlejšího dětství. V podobě nábytku a dalších předmětů zařízení domácnosti, ale hlavně prostřednictvím hraček (dřevěné stavebnice, figurky apod.).

Dřevo je jedním z nejnáročnějších materiálů zpracovávaných na prvním stupni základní školy, jak pro svůj požadavek psychomotorické vyspělosti žáka pro jeho zpracování, která je nepoměrně vyšší než u všech dosud zpracovávaných materiálů, tak z hlediska dodržení zásad bezpečné práce při obrábění. Prvním nástrojem, kterým žáci dřevo opracovávají je většinou nůž, ve škole pilník, struhák, brusný papír, příp. nebozez. Protože dřevo klade opracování větší odpor než předcházející materiály, je nutno věnovat větší pozornost kvalitě nástrojů i správným postupům, držení nástroje i obrobku atd. Z výše uvedených důvodů dáváme přednost suchému dřevu smrkovému, které je měkké, lehké, obrobitelné, dobře se lepí a je současně i nejdostupnější. Při spojování hřebíky se však snadno štípe a poněkud hůře se povrchově upravuje.

Žáci by se měli vedle dřeva smrkové seznámit s dalšími dřevěnými materiály a polotovary. Zde velmi zaleží na škole a učiteli, jaké materiály budou mít jejich žáci k dispozici. Velmi vhodná pro první seznámení se dřevem je dýha, práce s ní je jednoduchá a lze ji dobře oddělovat např. nůžkami. Dalším vhodným materiálem je kůra některých dřevin (borovice), ze které je pro její měkkost možné jednoduše vyřezávat. Navíc tato činnost může probíhat přímo v lese, tedy dítě může objekt výuky vnímat všemi smysly.

PLASTY

Plasty jsou materiály, jejichž základní složkou jsou polymery. Polymer je látka sestávající z molekul jednoho nebo více druhů atomů nebo skupin atomů spojených navzájem v tak velkém počtu, že řada fyzikálních a chemických vlastností této látky se nezmění přidáním nebo odebráním jedné nebo několika konstitučních jednotek. To, co odlišuje polymery od jiných materiálů je řetězcová struktura jejich molekul, tj. dlouhá lineární řada vzájemně spojených atomů nebo skupin atomů. Tento převažující strukturní motiv může být občas přerušen místy, ve kterých dochází k větvení molekul. Kromě polymerů mohou plasty obsahovat přísady, které upravují jejich vlastnosti, např. barvu, pevnost, pružnost, odolnost vůči povětrnosti apod.

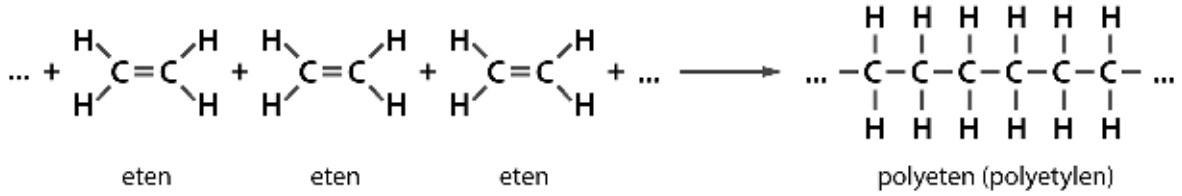
Plasty patří mezi nejmladší skupiny konstrukčních materiálů. Počátek jejich průmyslové výroby sahá do období po I. světové válce, velký rozvoj zaznamenaly ve 2. pol. 20. stol a dnes lze říci, že jejich světová výroba předčila výrobu kovů. Tomu také odpovídá míra jejich používání, plasty nacházejí využití ve všech průmyslových odvětvích i ve velkém množství výrobků užívaných v domácnostech.

Hledání cest ke snížení energetické a materiálové náročnosti, dalo vzniknout další nové skupině materiálů, vláknovým kompozitům. Jedná se o materiály, které se původně používaly pro vojenské účely za II. světové války. Počátkem 50. let 20. stol. došlo k jejich komerčnímu využití v oblasti leteckého, automobilového a elektrotechnického průmyslu, pro výrobu sportovních potřeb a spotřebního zboží. Význam jejich širokého uplatnění nadále ve světě roste.

VÝROBA PLASTŮ

V menší míře se plasty vyrábějí modifikací přírodních makromolekulárních látek, na něž se chemicky váží některé nízkomolekulární sloučeniny. Např. z celulózy se vyrobí tzv. nitrát nebo acetát celulózy, z přírodního kaučuku se tímto způsobem získává chlórkaučuk.

Převládá však výroba syntetická, kde základními surovinami jsou hlavně uhlí, ropa, dusík, kamenná sůl, zemní plyn, vápenec a pod. Z těchto surovin se vyrobí nízkomolekulární látky – monomery, které jsou výchozími meziprodukty výroby makromolekulárních látek tj. polymerů. Monomerem může být pouze sloučenina schopná chemické reakce s dalšími molekulami. Pracovní postupy, kterými se mění monomery v polymery se nazývají polyreakce. Rozeznávají se čtyři druhy polyreakcí.



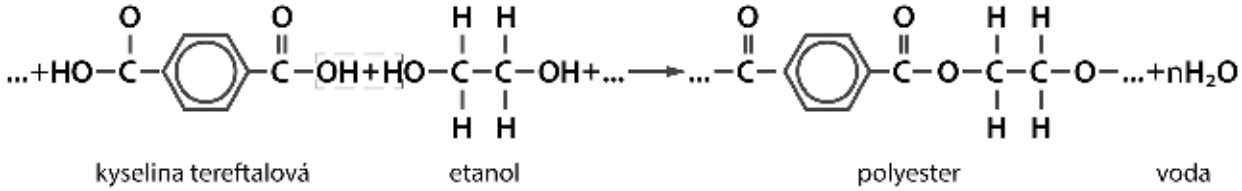
Obr. 44 Polymerace, vytvoření polyetylenu

POLYMERACE

Polymer vznikne spojením monomerů – nenasycených monomerních jednotek, které zrušením dvojné vazby vytvoří řetěz vazeb lineárních (obr. 44). Výsledná chemická stavba polymeru je shodná s monomerem.

POLYADICE

Lineární nebo prostorově zesíťované makromolekuly, polyadukty, vznikají ze stejných nebo

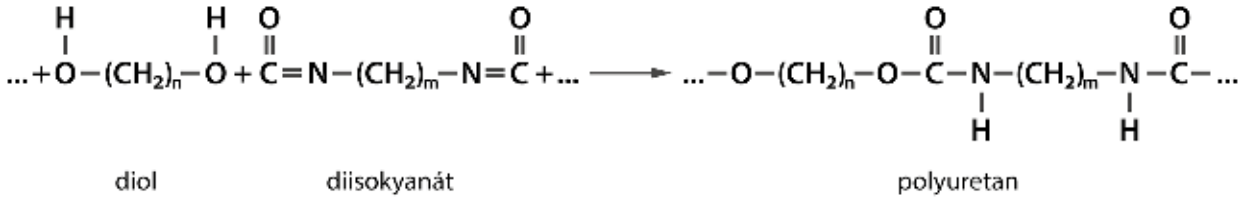


Obr. 45 Polyadice, vznik polyesteru

z různých monomerů bez oddělení vnějších produktů. Do polyreakce vstupují monomery různého druhu a výsledný polymer má zcela odlišnou chemickou stavbu (obr. 45).

POLYKONDENZACE

Různé základní molekuly vytvoří oddělením nízkomolekulární látky makromolekuly – polykondenzáty (obr. 46). Do procesu opět vstupují různé monomery a při reakci, slučování, se odštěpují (kondenzují) nízkomolekulární reakční zplodiny jako voda, čpavek, alkohol a jiné. Chemická stavba polymeru se opět odlišuje od stavby monomerů.



Obr. 46 Polykondenzace, vznik polyuretanu

SMÍŠENÉ POLYREAKCE

Výsledkem smíšených polyreakcí je zesíťovaný polymer, který vznikl reakcí mezi monomery, které mají tři nebo více vazebných míst. Zvláštním druhem je kopolymerace, tj. pravidelné spojování dvou nebo tří monomerů do jednoho řetězce. Výsledný plast je tzv. kopolymer.

VLASTNOSTI PLASTŮ

Plasty mají podstatně nižší hustotu, menší pevnost v tahu než kovy, asi 10× větší tepelnou roztažnost než ocel, velmi dobré elektroizolační vlastnosti (pokud hmota nenavlhá). V porovnání s kovy mají lepší odolnost proti agresivním chemikáliím. Jejich zpracovatelnost tvářením, lisováním, vstřikováním, litím a svařováním při teplotách 200 – 300 °C je snadná a vhodná pro velkosériovou výrobu.

Mimo polyreakcí lze vlastnosti plastů také měnit příměsmi.

Plniva mění fyzikální vlastnosti plastů. Jedná se např. o křemičitou moučku, grafit, skleněná nebo textilní vlákna atd. Změkčovadla zajišťují ohebnost a měkkost tvrdých polymerů.

Barviva určují žádaný barevný odstín průhledných a neprůhledných hmot. U plastů je poměrně technologicky náročné nanášet barvy povrchově, výhodně se ovšem probarvují v celé hmotě a to přidáním barviva před samotnou polymerací nebo před ztuhnutím u termoplastů.

Stabilizátory zlepšují odolnost plastů proti povětrnosti, zvýšeným teplotám, ultrafialovému záření apod.

Nadouvadla vytvářejí pěnovou strukturu hmoty. Získáme tzv. lehčené hmoty.

Mnohé druhy plastů mají shodné nebo podobné základní vlastnosti. Ať již vlastnosti uvedené nebo další, jako vlastnosti optické, fyziologické nebo vlastnosti, které člověk může zjistit svými smysly. Důležitým rysem plastů je také jejich životnost. Je to časová změna vlastností daného polymeru. Tuto změnu můžeme obecně nazvat stárnutím plastu a jedním z jeho projevů může být zkřehnutí hmoty.

DĚLENÍ PLASTŮ

Z hlediska změny struktury plastů v závislosti na teplotě se plasty dělí na dvě velké skupiny. Pokud se plasty zahřívají dojde k rozkmitání nejprve menších a následně větších úseků makromolekul. U jedné skupiny plastů tím dojde k narušení soudržných mezimolekulárních sil. To se projeví změknutím původně dostatečně tvrdého polymeru, které může přerůst až ve vznik viskózní tekuté hmoty. V plastickém stavu se pak dá plast tvářet a proto se tyto hmoty nazývají **termoplasty**.

Zesíťované polymery, které vytvořily řetězce prostorově propojené nelze dodáním tepelné energie výše uvedeným způsobem rozrušit. Toto husté, prostorové zesilování vzniklo pomocí katalyzátorů v průběhu tváření plastu. Tomuto pochodu se říká vytvrzování a vzniklé hmoty se nazývají **reaktoplasty** (dříve termosety).

TERMOPLASTY

POLYETYLEN

Obr. 47 Polyetylen

Poprvé polyetylen (PE) syntetizoval Hans von Peckmann v roce 1891 a v roce 1939 byla zvládnuta jeho průmyslová výroba. Rozlišují se dva základní druhy polyetylenu, PE-LD (s nízkou hustotou) a PE-HD (s vysokou hustotou). Vysokohustotní polyetylen je velmi chemicky odolný i odolný vůči rozpouštědlům. Polyetylen je obecně použitelný do teploty kolem 80 °C. Při výrobě lze využít vstřikování a vytlačování. Nízkohustotní polyetylen je ohebný i na mrazu, je vhodný jako obalový materiál, vyrábí se z něho hračky, láhve, hadice, obalové fólie, sáčky (Mikroten). Vysokohustotní polyetylen je vhodný na výrobu nádob, kanystrů, potrubí, armatur aj. Polyetylen se vyrábí i v pěnové formě (obr. 47). Potom je ohebný a pružný s vynikajícími tepelně izolačními vlastnostmi. Používá se ve stavebnictví a v obalové technice (Mirelon). Polyetylen je nejpoužívanější polymer na světě, roční produkce je odhadována na více než 60 milionů tun (více než oceli).

POLYPROPYLEN

Obr. 48 Polypropylenové lano

Polypropylen (PP) má podobné fyzikálně-chemické vlastnosti jako polyetylen. Křehne při nízkých teplotách, kolem 140 – 150 °C měkne, kolem 160 – 170 °C se taví. Je odolný vůči olejům a organickým rozpouštědlům. Polypropylen vyniká velmi dobrou chemickou odolností a vzhledem k vyšší teplotní a mechanické odolnosti se používá tam, kde nedostačují vlastnosti polyetylenu. Užití nachází v mnoha odvětvích potravinářského a textilního průmyslu, pro laboratorní a lékařské účely. Polypropylen je používán pro výrobu lan a provazů kvůli své nízké hustotě (855 kg·m^{-3}), lana jsou pak

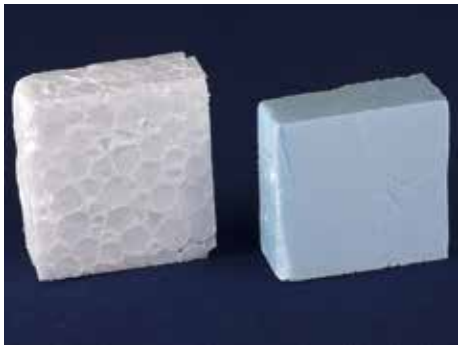
dostatečně lehká, takže mohou plavat na hladině (obr. 48).

POLYVINYLCHLORID

Obr. 49 PVC (neměkčený a měkčený)

Polyvinylchlorid (PVC) je třetí nejpoužívanější plast (obr. 49), následuje po polyetylenu a polypropylenu. Vyrábí se polymerací vinylchloridu a od většiny běžných plastů se liší obsahem chloru. Vyrábět se začal v roce 1935 a hlavně z důvodu levné výroby a snadné zpracovatelnost prakticky všemi základními postupy se rychle rozšířil. PVC vyniká značnou chemickou a dobrou tepelnou odolností. Výjimečný je výbornou schopností želatinace po přidání změkčovadel. Neměkčený PVC se používá v chemickém průmyslu, pro výrobu potrubí, armatur a pod., např. pod obchodními názvy Novodur a Vinidur. Měkčený PVC je ohebný. Používá se pro výrobky oboru kožené galanterie, pro výrobu koženky, podlahových krytin, izolací vodičů, nafukovacích hraček apod., pod obchodním názvem např. Novoplast nebo dříve Igelit.

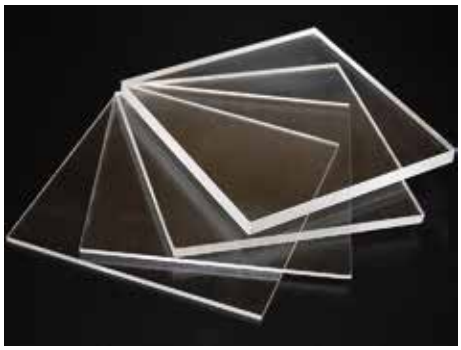
POLYSTYREN



Obr. 50 Polystyren pěnový a extrudovaný

Polystyren (PS) je známy především jako pěnový tepelně izolační polymerní materiál bílé barvy a nízké hustoty (obr. 50), má ale významné použití i v jiných formách. Poprvé byl syntetizován Eduardem Simonem již v roce 1839, průmyslově se vyrábí od roku 1931. V nelehčené formě je polystyren poměrně tvrdý, ale křehký plast, který dobře odolává kyselinám a zásadám. Je čirý, ale dobře barvitelný, vyrábí se v řadě odstínů. Je citlivý vůči UV záření a málo odolný vůči teplotě (jen asi do 70 °C) Při stárnutí křehne a vytvářejí se v něm trhliny. Neodolává organickým rozpouštědlům (zejména benzínu, acetonu, toluenu), takže jej nelze lepit rozpouštědlovými lepidly na této bázi. Lehčený polystyren se vyrábí ve dvou základních druzích. Pěnový polystyren (EPS) je pevná tuhá pěna s uzavřenými buňkami (kuličkami). Je velmi lehký (15 – 40 kg·m^{-3}) a je to výborný tepelně izolační materiál používaný pro zateplování budov, ale také jako jednorázové tepelně izolační nádobí a obalový materiál. Známý je např. pod názvem Styropor. Extrudovaný polystyren (XPS) je homogenní (bez kuliček) tuhá polystyrenová pěna, tudíž je pevnější a těžší (28 – 45 kg·m^{-3}). Pod názvem Styrodur se používá např. jako podlahová izolace.

POLYMETYLMETAKRYLÁT



Obr. 51 Polymetylmetakrylát

Polymetylmetakrylát (PMMA), také plexisklo nebo organické sklo, je netříštivé polymerní sklo, s velmi dobrými optickými vlastnostmi (obr. 51). Plexisklo je čiré a zcela bezbarvé i v tlustých vrstvách, je výborně průhledné (propustnost světla asi 92 % v celém rozsahu spektra). Velmi dobře se obrábí a vyniká odolností proti povětrnosti. Nedostatkem je nízká povrchová tvrdost, snadno se poškrábe. Mechanické vlastnosti si zachovává do teploty 80 °C. Uvedeno bylo na trh v roce 1933 pod názvem Plexiglas, dnes se prodává např. jako Acrylite. Využití plexiskla je na místě tam, kde se uplatní jeho výhodné vlastnosti, např. při zasklívání oken dopravních prostřed-

ků, při výrobě krytů přístrojů, kancelářských potřeb, hodinkových sklíček apod. Značné množství organického skla také spotřebují hokejové stadiony na průhledné bariéry.

Obr. 52 Polyamidová ozubená kola

POLYAMIDY

Polyamid (PA) je pevný, houževnatý, odolný proti opotřebení (obr. 52). Zachovává si své vlastnosti do 80 °C. Má nižší odolnost proti kyselinám. Slouží k výrobě ozubených kol (měkký záběr), spojovacích prvků, kladky, řemenice, hračky a pod. Pro jeho pevnost je zněj možno vyrábět velmi tenká vlákna pro textilní výrobu např. na výrobu punčochového zboží. Dále rybářské vlasce, struny, lana, hnací řemeny, dopravní pásy, kordové vlákna do pneumatik aj. Polyamidy jsou známy hlavně pod názvy Silon a Nylon.

POLYTETRAFLUORETHYLEN

Polytetrafluorethylen (PTFE), nebo také teflon, je plast o nižší pevnosti, ale velmi vysoké houževnatosti. Je stálý v rozmezí teplot −250 °C až +250 °C. Má vysokou odolnost vůči chemikáliím a jiným agresivním činidlům. Má výborné frikční vlastnosti. Používá se na těsnění a hadice pracující v agresivním prostředí za vysokých teplot. Slouží jako kluzné plochy tzv. samomazných ložisek. Nejznámější je ale jeho aplikace v podobě nepřilnavé vrstvy v kuchyňském nádobí. Z teflonu lze vyrábět i textilní vlákno. Textilie se pak stává vodoodpudivou, čehož se využívá například při výrobě teflonových ubrusů. Kapalina zůstává na povrchu takové textilie ve formě kuliček. Podobný efekt je využíván i u materiálů Gore-Tex, ty ale využívají teflonovou membránu. Původní obchodní název Teflon se dnes pro polytetrafluorethylen běžně užívá.

REAKTOPLASTY

Obr. 53 Bakelitová kasička

FENOLFORMALDEHYD

Fenolformaldehyd (PF), také fenolformaldehydová pryskyřice nebo fenolplast, patří k nejstarším, prakticky využívaným plastům. Chemik L. H. Baekeland jej poprvé vyrobil v roce 1907. Je tvrdý, křehký, stálý při teplotách do 120 °C. Má velmi dobré elektroizolační vlastnosti, odolává chemickým rozpouštědlům. Nejčastěji se používá jako lisovací hmota doplněná plnivy, která určují jeho vlastnosti a použití. Pokud je plnivem dřevěná moučka získá se Bakelit (obr. 53), který má použití pro výrobu zejména elektroizolačních součástí. Novotext je fenolformlaldehyd vyztužený bavlněnou tkaninou užívaný např. na ozubená kola[1], Umakart je pak pomocí fenolformaldehydu spojený vrsvený papír.

EPOXIDY

Epoxidy (EP) jsou pevné, odolné proti vlivům povětrnosti a chemického prostředí. Čistá pryskyřice se používá jako licí hmota k výrobě modelů, přípravků, šablon, sportovních potřeb, k povrchové úpravě podlah, kvalitních lepidel aj. (obr. 54). Epoxidové kompozitní materiály (la-

1 Z principiálně stejného materiálu se vyráběla karoserie automobilu Trabant.

mináty), ve kterých je plnivem skleněná nebo uhlíková tkanina, mají vysokou tvarovou pevnost a používají se jako konstrukční materiály v letecké a raketové technice, pro výrobu sportovních potřeb a pod.

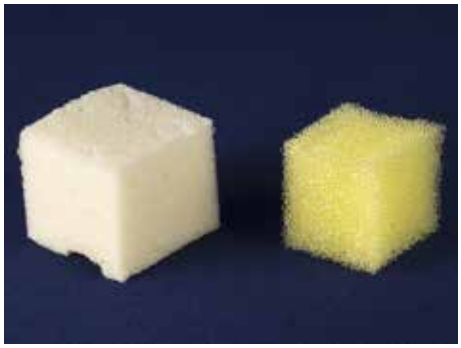
Obr. 54 Sklolaminátový kajak

POLYESTERY

Polyestery (PES) jsou skupinou materiálů, které obsahují esterovou funkční skupinu ve svém hlavním řetězci. Je poměrně těžké je jako skupinu charakterizovat, neboť část z nich se řadí mezi termoplasty. Tzv. nenasycené polyestery (UPR) patří mezi reaktoplasty. Jsou to pryskyřice, které se nejčastěji využívají jako pojivo v kompozitních materiálech, které po vytvrzení získají vysokou pevnost, odolnost proti chemickým účinkům a teplotám do 120 °C. Slouží k výrobě nábytku, nádrží, lodí, střešní krytiny, karoserií atd. Mezi polyestery termoplastické patří kopolymer polyetylentereftalát (PET), který se používá na výrobu textilních vláken a hlavně nádob na nápoje.

POLYURETAN

Polyuretan (PUR) je otěruvzdorný, tuhý až kaučukovitý plast. Používá se pro výrobu textilních vláken, kol a koleček v průmyslu, ale i pro kolečkové brusle a skateboardy, na výrobu lepidel a lepících pěn. Měkčený polyuretan slouží k výrobě silentbloků a těsnění pro vodu a olej, používá se v čalounictví a obuvnictví na podešve bot. Pěnový polyuretan (obr. 55) se v tuhé podobě užívá jako výplňové hmota pro účely tepelně a zvukově izolační v chladírenství, letectví aj. Měkčená forma, Molitan, se používá jako materiál v čalounictví, oděvním průmyslu, pro bezpečnostní obklady a pod.



Obr. 55 Pěnový PUR, neměkčený a měkčený

SILIKON

Silikony (SI), také polysiloxany, jsou anorganicko-organické polymery, u kterých jsou, na rozdíl od ostatních plastů, základy molekul tvořeny řetězcem, ve kterém se střídají atomy křemíku a kyslíku. Tato chemická skupina je velmi stabilní a tato stabilita se promítá i do vlastností silikonových materiálů. Mezi hlavní vlastnosti, které silikony odlišují od jiných polymerů, patří relativní stálost vlastností v širokém rozmezí teplot. Dlouhodobá tepelná odolnost silikonových pryží se pohybuje v intervalu od −60 °C do +180 °C (krátkodobě až +320 °C). Silikony jsou poměrně inertní vůči živým organizmům, jsou nehořlavé, mají dobré elektroizolační vlastnosti, dlouhodobou odolnost vůči UV záření a povětrnostním podmínkám, vodoodpudivost a olejovzdornost.

Jako lineární polymery se dodávají formě olejů nebo tuhých maziv a používají se mj. v leteckém a potravinářském průmyslu. Široké využití mají jako hydraulické oleje a tuky, pro výrobu past pro údržbu vrchních nátěrů autokaroserií. Zesíťované polymery slouží k výrobě teplem tvrditelných laků a přidáním plniva ve formě skleněných vláken k výrobě tepelně a mechanicky namáhaných součástí.

MODELOVACÍ A LICÍ HMOTY

Modelovací a licí hmoty představují dvě materiálové skupiny, které tvoří z hlediska jejich používání přirozenou dvojici. Modelovací hmoty umožňují technikovi, umělci apod. ztvárnit jednoduše svoji představu do formy reálného předmětu, modelu. Licí hmoty pak slouží jak k výrobě formy kopírující v negativu tvary modelu, tak k odlití kopie původního modelu. Spektrum těchto materiálů je poměrně široké, dost závislé na oboru činnosti. Vybrány jsou materiály široce používané nebo svými vlastnostmi zajímavé.

MODELOVACÍ HMOTY

Velmi snadno tvárné materiály, ať už trvale tvárné, nebo tvárné pouze v určitých fázích zpracování, označujeme obecně termínem modelovací hmoty. V technice se používají hlavně v předvýrobních etapách při konstrukci modelů zařízení, volbě designu, urbanistických řešení, ve slévárenství při výrobě forem a jako těsnící tmely. Modelovací hmoty lze rozdělit podle možnosti opětovné zpracovatelnosti na hmoty definitivní a nedefinitivní.

Definitivní hmoty jsou hmoty u nichž po skončení technologie zpracování nelze už hmotu uvést zpět do původního tvárného stavu – vypálenou modelovací hlínu, keramickou pálenou hlínu, sádru, cement, modelovací plasty (Modurit, Modelit, FIMO, dvou nebo vícesložkové hmoty na bázi epoxidů nebo polyesterů), tepelně zpracované hmoty živočišného nebo rostlinného původu (bílkovinná a moučná těsta) apod.

Nedefinitivní hmoty jsou hmoty, které jsou buď trvale tvárné, nebo je lze uvést do tvárného stavu např. přidáním rozpouštědla, teplem apod. Jedná se např. o plastelínu, vosk, některé termoplasty, nevypálené jíly a modelovací hlíny apod.

MODELOVACÍ HLÍNA

Můžeme ji zařadit jak mezi definitivní, tak i mezi nedefinitivní hmoty. Záleží pouze na tom, zvolíme-li tepelnou úpravu (vypálení) či necháme výrobky pouze vyschnout. Modelovací hlína se připravuje ze žlutošedého jílu, který se v Čechách nachází ve vrchních vrstvách nad ložisky hnědého uhlí nedaleko Bíliny. Tento jíl nakopaný v suchém stavu, najemno roztlučený a přesátý se mísí s vodou, prohněte se, nechá se několik dní máčet, znovu se promísí a rozloží na sádrové desky. Ty vysají přebytečnou vlhkost a hmota je připravena k použití. Do obchodů je modelovací hlína dodávána ve formě prášku.

Obr. 56 Výrobek z keramické hlíny

Příprava hlíny z prášku je jednoduchá, vyžaduje však pečlivost a trpělivost. Prášek rozsypáváme po povrchu vody v nádobě tak, aby zcela se promočil a nevytvořily se hroudy. Vzniklou kaši necháme mírně vyschnout a pak ji po částech hněteme tak dlouho, dokud nedosáhneme optimální vláčnosti a hustoty. Kvalitně propracovaná hlína je vláčná, lehce spojovatelná a přijímá ostře každý tvar. Při válení se nelepí na pokožku ani na podložku. Stáčíme-li váleček do kroužku, neláme se ani nepopraská. Rozdělanou hlínu můžeme uchovávat v nekorodujících nádobách překrytých polyetylénovou folií. Výrobky, které nejsou určeny k vypálení, rozbijeme na malé kousky, pokropíme vodou, necháme dobře provlhnout (nejlépe přikryté folií) a opět prohněteme.

KERAMICKÁ HLÍNA

Keramická hlína patří mezi definitivní modelovací hmoty, protože se nepředpokládá jiné než tepelné zpracování, většinou spojené i s glazováním. Výchozí surovinou při výrobě keramické hlíny jsou opět jíly. Důležitými složkami jejichž správný poměr ovlivňuje jakost výrobku, jsou tzv. ostřiva (křemen), která způsobují tvarovou stálost a taviva, která zlepšují soudržnost. Při přípravě hlíny je opět velice důležité správné míšení s vodou a důkladné prohnětení. Výrobky z keramické hlíny mají po vypálení drsný povrch a propouštějí vodu. Nepropustnosti a hladkosti můžeme dosáhnout tzv. glazováním. Glazura, jejíž hlavní složkou je prášková sklovina způsobí po vypálení lesklý povrch výrobku. Práce s keramickou hlínou je obdobná jako s modelovací hlínou, nezbytná je však fáze vypálení (okolo 1 000 °C), což omezuje její rozšíření ve školské praxi.

MODELOVACÍ PLASTY

Rozvoj technologií výroby plastů se významně projevil i v oblasti modelovacích hmot. Stále více designérů zařazuje mezi využívané materiály syntetické pryskyřice, nanášecí (kašírovací) plasty, teplem tvrditelné hmoty nebo termoplasty. Jedním z nejčastěji používaných představitelů modelovacích plastů je teplem tvrditelná hmota, která je dodávána pod obchodními názvy Modurit nebo Modelit.

Obr. 57 Výrobky z hmoty Fimo

V obou případech se jedná o zdravotně nezávadnou hmotu, bílou nebo v základních barvách, která je zařazována mezi definitivní modelovací hmoty. Proti klasickým modelovacím hmotám je méně vláčná, hůře spojovatelná a pružnější. Tepelně se vytvrzuje vařením nebo pečením. Tvrdne však i při nižších teplotách, doba tvrdnutí je pak ale podstatně delší. Dlouhým pobytem při teplotách okolo 20 °C postupně ztrácí tvárnost a po několika měsících je prakticky nezpracovatelná. Proto je nutno ji skladovat v chladu a nakupovat takové množství, které můžeme během asi šesti měsíců bezpečně zpracovat. Mezi výhodné vlastnosti patří jednoduché zpracování, poměrně velká tvrdost a pevnost po vytvrzení, jemná a stejnorodá struktura, nenáročná povrchová úprava a stálost po vytvrzení.

Vytvrzení výrobků z této hmoty se provádí nejčastěji při teplotě 100 °C a vyšší po dobu 7 až 20 min. Aby se zabránilo praskání, je vhodné, aby výrobek této teploty dosáhl postupným ohříváním. Při tvrzení vařením ve vodě se barva hmoty nemění, při tvrzení horkým vzduchem, může docházet u hmoty k částečnému hnědnutí, které není na závadu a může naopak působit dekorativně, protože stupeň hnědnutí závisí na tloušťce hmoty. Zajímavých výsledků lze dosáhnout kombinací obou způsobů tepelného vytvrzení. Části výrobku částečně vytvrzené v horké vodě pak při pečení zhnědnou podstatně víc. Bezprostředně po vyjmutí výrobku z prostředí, v němž probíhalo tvrdnutí, nemá většinou hmota ještě očekávanou tvrdost. Té nabude až po vychladnutí.

Barevných odstínů hmoty lze dosáhnout různými způsoby. Jednak zanesením barviva (nejčastěji temperových barev) do hmoty při hnětení, dále smícháním různě zbarvených hmot, event. barvením až po vytvrzení, které lze provádět běžnými nátěrovými hmotami. Velké množství vmíchaného barviva do hnětené směsi ovlivňuje výslednou tvrdost a pevnost výrobku.

Při práci s Moduritem resp. Modelitem dochází často k nežádoucímu popraskání výrobků. Je to způsobeno buď nedostatečným prohnětením, mastnotou a nečistotami, které se při hnětení dostaly do hmoty, velkým podílem vody, která se přidává pro usnadnění hnětení, event. prudkým tepelným vytvrzováním.

Modurit a Modelit je v poslední době jak z trhu tak z dílen a výuky vytlačován modelovací hmotou Fimo. Přestože je považována za nový materiál, opak je pravdou. Historie materiálu začíná už rokem 1939, kdy se předchůdce této hmoty neukázal jako vhodný pro výrobu panenek v německé firmě paní Kaethe Kruse. Její dcera si ale materiál oblíbila a experimentovala jak s jeho tvarováním, tak barvením. Hmota dostala název FIMOIK podle dceřiny přezdívky Fi-fi, slova MOdelovat a konce slova mosAIK. Mozaika byla dceřinou oblíbenou technikou a je u tohoto materiálu obecně oblíbenou dodnes.

V roce 1966 byla vylepšena receptura výroby, rozšířil se sortiment barev na 15 a hmota byla přejmenována na současný název Fimo. Dnes je k dispozici 72 barev, některé se zvláštními např. kovovými a transparentními efekty, laky, prášky, závěsy pro výrobu šperků, formy, řemeslné sady apod. Základní hmoty Fimo se vytvrzují v elektrické troubě bez změny tvaru či barvy při teplotě 110 °C po dobu 30 min, existuje ale i hmota Fimo Air, kterou lze vytvrzovat v mikrovlnné troubě nebo nechat ztvrdnout na vzduchu.

PLASTELÍNA

Obr. 58 Plastelína

Patří mezi nedefinitivní modelovací hmoty. Vzhledem k jednoduchému způsobu zpracování je používána v preprimárním vzdělávání. Základem této hmoty je zemní vosk (ozokerit, parafín) zušlechtěný příměsí zvláčňovadla (lůj, glycerín, ricinový olej) a terpentýnového balzámu. Tyto přísady činí hmotu plastickou, soudržnou, vazkou a měkkou. Při míšení minerálních solí je možno dosáhnout rozmanitých barevných odstínů. Proti modelovací hlíně má výhodu, že nereaguje na vlhko ani sucho, tvárností a ostrostí tvaru se však hlíně nevyrovná. Reaguje výrazně na změny teploty. Při zvýšené teplotě měkne a lepí se, v chladu pak tuhne a křehne.

LICÍ HMOTY

Tyto materiály pro svou nižší viskozitu nepatří přímo mezi hmoty modelovací, je vhodnější je označovat za hmoty odlévací, eventuelně kašírovací. Některé z nich vsak lze pomocí plniva zahustit tak, že z nich lze do jisté míry i modelovat. Častěji však využíváme jejich licích schopností, tzn. dobré vyplňování formy, vytvrdnutí během minut až hodin v libovolné tloušťce stěny a malé smrštění vytvrzeného výrobku. Svým chováním je lze zařadit mezi hmoty definitivní. Nejběžnějšími zástupci licích materiálů jsou sádra, z plastů epoxidové pryskyřice, polyesterové pryskyřice, metakrylátové hmoty atd. Většinou se jedná o dvou i vícesložkové hmoty, kde vzájemným smícháním přesných podílů kapalných nebo práškových složek dostaneme novou látku, která většinou za normální teploty a tlaku vytvrdne na tuhou hmotu.

EPOXIDY

Vyrábí se jako dvousložkové hmoty. Vlastní pryskyřice je svojí viskozitou a někdy i vzhledem podobná medu. Druhá složka – tužidlo je čirá, někdy zabarvená kapalina. Pryskyřice se míchá s tužidlem podle daného poměru a směs je nutno do určité doby zpracovat. K pryskyřici můžeme při přípravě přimíchat až 50 % plnidel (kovový prášek, skelný prášek apod.), aniž dojde k výrazným změnám mechanických vlastností. Malým množstvím přidaného barvivy lze hmotu velmi dobře probarvit.

DENTACRYL

Je termoplastická metylmetakrylátová pryskyřice dodávaná ve dvou složkách kapalné a práškové. Původně byla vyvinuta pro potřeby stomatologie, je snadno zpracovatelná. Po smíchání prášku s kapalinou a důkladném promíchání je hmota připravena k lití. Vytvrzuje se při teplotě okolo 25 °C během 30 až 60 minut podle použitého typu. Dentakryl je zajímavý především tím, že je po vytvrdnutí velmi podobný plexisklu, tedy čirý a lze do něho zalévat různé předměty. Toho se užívá k výrobě dekorativních předmětů (broží, přívěsků apod.) ale i demonstračních učebních pomůcek. Po ztuhnutí se dentakryl dá řezat, pilovat, brousit, leštit.

SILIKONOVÉ ELASTOMERY (KAUČUKY)

Jsou vhodné pro zhotovování pružných forem, jsou schopné reprodukovat jemné detaily, mají dobré separační vlastnosti, malé smrštění a tepelnou odolnost. V České republice vyráběné Lukopreny jsou silikonové dvousložkové kaučuky, takzvaného kondenzačního typu. Po smíchání pasty s katalyzátorem dochází k vulkanizaci v celé hmotě během několika desítek minut za tvorby silikonové pryže, která nemá adhezi k podkladu.

Lukopren N je univerzálním typem silikonového elastomeru. Slouží zejména k výrobě forem pro zhotovování otisků pro odlévání syntetických pryskyřic, sádry, vosku, betonu, nízkotajících kovů (cín a jeho slitiny). Dále se používá k výrobě rozebíratelných těsnění pro tepelná zařízení, jako jsou elektrické pece a sušárny, vakuová zařízení, chladící agregáty, k výrobě nejrůznějších těsnění apod. Protože je zdravotně nezávadný (typ N1522) a má atestaci pro užití v potravinářství, využívají jej např. cukráři pro výrobu forem na cukrové ozdoby dortů.

Při přípravě kaučuku se potřebné množství promíchané pasty odváží do přiměřeně velké, nejlépe plastové nádoby a smíchá se s předepsaným množstvím katalyzátoru. Směs se dokonale rozmíchá plochou stěrkou, zejména na dně a v rozích nádoby ale tak, aby nedošlo k vmíchání vzduchu do hmoty. Doba zpracovatelnosti směsi je podle druhu kaučuku 10 až 60 min. K eliminaci vzduchových bublinek lze směs po zamíchání vakuovat. Po promíchání se hmota pomalu lije tenkým proudem na místo určení tak, aby nedošlo ke vzniku bublin. Doba tvrdnutí směsi je různá, ale po 24 hodinách lze již ztuhlý kaučuk zatěžovat.

Obr. 59 Jímání latexu

LATEX

Přírodní latex je bílá viskózní kapalina, která se získává nařezáním kůry kmene stromu kaučukovníku (Hevea Brasiliensis) z čeledi pryžcovitých. Nejdůležitější oblasti těžby jsou země tropické rovníkové Asie, zejména Malajsie, Indonesie, Thajsko, Ceylon, Kambodža a Vietnam. Používá se v obuvnictví a galanterii – tekuté, disperzní, jednosložkové dotykové lepidlo studené, u něhož se konečné vazby dosáhne zaschnutím. Nanášení se provádí ručně štětcem, pomocí speciálních strojů nebo stříkáním. Přírodní latex je možné mísit s většinou umělých vodných disperzí a s disperzními lepidly. Skladovací teplota nesmí být nižší než +5° C. Při nižší teplotě dochází k zahuštění, koagulaci a materiál se stává nepoužitelným.

SÁDRA

Obr. 60 Model a sádrový odlitek

Sádra (hemihydrát síranu vápenatého $CaSO_4 \cdot ½ H_2O$) je za běžných podmínek pevná mikrokrystalická látka bílé barvy (obr. 60). Sádra se vyrábí termickým rozkladem (dehydratací) sádrovce při 130 – 150 °C. Materiálem pro výrobu může být také odpad po odsíření spalin z tepelných elektráren (energetický sádrovec). Po smíšení s vodou dochází k opětné hydrataci a vzniká zářivě bílá, případně šedá, poměrně pevná a tvrdá hmota. Při rozdělávání sádry se vždy sype sádra do vody a aby byla sádrová kaše tekutá, mísí se vždy s větším množstvím vody než je množství teoreticky potřebné k hydrataci. Rychle tuhnoucí sádra uvolňuje při tuhnutí značné množství tepla a hmota zvětšuje až o 1 % svůj objem. Tuhnutí probíhá řádově v minutách a lze ho ovlivnit teplotou, množstvím rozdělávací vody a vhodnými přísadami. Zpomalení tuhnutí sádrové kaše lze dosáhnout vodorozpusnými sloučeninami, které snižují rozpustnost sádry, jako je ethanol, aceton, kyselina citronová, octová a pod.

Sádra má všestranné využití ve stavebnictví, při drobných opravách v domácnosti, na instalatérské práce, opravy omítek, při výrobě kopií různých předmětů (zubní lékařství) atd. Pro stavební účely se ze sádry vyrábí sádrokarton.

PLASTY, MODELOVACÍ A LICÍ HMOTY V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Při praktických činnostech na 1. st. se z důvodů bezpečnosti a hygieny práce využívá hlavně modelovací hlína, plastelína a modurit. Ukázkově je možno v rámci zájmových kroužků pracovat i s keramickou hlínou, Dentacrylem a silikonovými elastomery. V praktických činnostech na rozdíl od výtvarné výchovy vystupuje více do popředí technická a technologická stránka práce, modelování slouží k návrhům tvarů a struktur, případně k reprodukci vzoru. Výhodné je prostřednictvím modelovacích hmot vytvářet elementy systémů organizace práce a plánování (odhad množství materiálů, vytváření nejvhodnějších polotovarů apod.) a rychlým způsobem ověřit reálnost a vhodnost představy a výrobku event. i z jiného materiálu. Není vhodné příliš přeceňovat využívání modelovacích hmot k umělecké realizaci výtvarných záměrů, v opačném případě nejsou většinou naplněny požadované cíle předmětu praktické činnosti.

TEXTIL

První náznaky primitivních textilních materiálů najdeme v historickém vývoji člověka už v mladším paleolitu (mladší doba kamenná, 40 000 – 10 000 př. n. l.). Člověk se proti nepřízni počasí chránil nejprve listy a travinami, které si ověšoval kolem pasu. Vlivem deště, slunce, tření a potu se některé části poškodily a zůstala jen odolnější vlákna. Časem pak člověk přišel na to, že z těchto rostlinných vláken lze různým spojovacím nebo proplétacím způsobem vyrobit „oděv", který nahradí mnohem lépe obyčejné listy a traviny. Postupně také zjistil, že vlákna některých rostlin mají obzvlášť vhodné vlastnosti a začal je vyhledávat a později i pěstovat.

Archeologické nálezy přeslenů a osnovních závaží ukazují, že příst a tkát uměl člověk v neolitu. Nejstarší zbytky textilií byly nalezeny v Turecku a pocházejí ze 7. tisíciletí př. n. l. Jedná se o vlněné tkaniny, tkané v různých textilních vazbách. Nejstaršími textilními materiály byly vlna, len a konopí, v Číně pak i hedvábí.

Během vývoje textilní výroby se sortiment textilních materiálů neustále rozšiřoval. Nejvýznamnější rozvoj textilních materiálů nastal na konci 19. a ve 20. století, kdy se začaly vyrábět textilie z vláken chemického původu (polyamid, umělé hedvábí apod.), ale i z vláken netradičních (azbest, sklo a kovy). Současně s tím se výrazně rozvinuly technologie zpracování klasických surovin i zušlechťovací procesy textilií.

PŘEHLED TEXTILIÍ

Základním textilním útvarem je vlákno. Podle původu a chemického složení se dělí vlákna a spolu s tím i textilní materiály na dvě hlavni skupiny, přírodní a chemické. Celou škálu textilních materiálů lze rozdělit následujícím způsobem:

I. Přírodní textilní materiály

1. rostlinného původu
   a) ze semen (např. bavlna, kapok)
   b) ze stonků (např. len, konopí)
   c) z listů (např. manilské konopí, sisalové konopí)
   d) z plodů (např. kokosové vlákno)
2. živočišného původu (vlna, přírodní hedvábí)
3. anorganická (azbest)

II. Chemické textilní materiály

1. z přírodních polymerů
   a) z celulózy (viskóza, acetátová vlákna – umělé hedvábí)
   b) z rostlinných a živočišných bílkovin (málo rozšířené)
   c) z přírodních kaučuků (pryžová vlákna)
2. ze syntetických polymerů
   a) polyamidová vlákna
   b) polyesterové vlákna
   c) polyvinylchloridová vlákna
   d) ostatní syntetická vlákna
3. chemická anorganická
   a) z minerálních látek (skleněná a keramická vlákna)
   b) z kovů
   c) uhlíková vlákna

PŘEHLED VÝZNAMNÝCH VLASTNOSTÍ TEXTILNÍCH VLÁKEN

Délka vlákna přímo ovlivňuje pevnost příze. Jakost příze ovlivňuje i podíl stejně dlouhých vláken v surovině. U přírodních materiálů je délka vlákna dána druhem rostliny nebo živočicha. Chemická vlákna lze vyrábět prakticky v libovolných délkách.

Jemnost vláken podmiňuje jemnost příze. Čím jsou vlákna jemnější a delší, tím snadněji lze upříst tenkou a jemnou přízi.

Pružnost vlákna je schopnost vrátit se do původního stavu po přerušení zatížení. Pružnost vláken a příze ovlivňuje mačkavost textilie.

Tažnost je schopnost vlákna protáhnout se při zatížení. Udává se v procentech, o které se vlákno prodlouží, než se přetrhne.

Poddajnost se uplatňuje se zejména při zkrucování vláken při předení. Poddajná vlákna přijímají v přízi při předení novou polohu s malým odporem.

Tvar vlákna má výrazný vliv na charakter příze i výrobku. Vlákna hladká způsobují u příze chladnější omak, kdežto vlákna složitějších tvarů dodávají přízím měkký a teplý omak.

Vodivost zamezuje hromadění statické elektřiny ve hmotě vláken, jež vzniká třením. Nejsou-li vlákna vodivá, odpuzují se v důsledku nahromadění elektrického náboje, což znepříjemňuje jak zpracování, tak i užívání výrobku, této vlastnosti se odpomáhá maštěním a vlhčením vláken.

Schopnost vláken **pohlcovat vlhkost** z okolního prostředí ovlivňuje příjemnost nošení výrobku i některé hygienické vlastnosti.

PŘEHLED ZPRACOVANÍ, VLASTNOSTÍ A POUŽITÍ NEJZNÁMĚJŠÍCH DRUHŮ VLÁKEN

Častěji užívané obchodní názvy vláken jsou v textu uvedeny kapitálkami, pomocí verzálek jsou v závorkách uvedeny mezinárodní zkratky typů vláken.

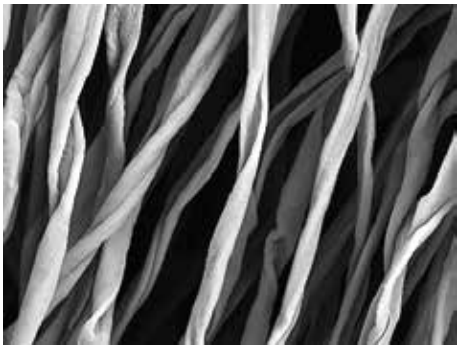
VLÁKNA ROSTLINNÉHO PŮVODU

BAVLNA

Bavlna (CO) je produktem kulturní rostliny bavlníku keřovitého (*Gossypium barbadense*), která byla pěstována už 4 000 let př. n. l. Její kolébkou je pravděpodobně Indie, kde bavlník rostl divoce. Z Indie se dostala bavlna do Číny a později přes Střední a Blízký Východ do Egypta a přes Malou Asii a Afriku do Evropy.

Obr. 61 Bavlník

Semena bavlníku klíčí po 6 až 12 dnech. Po 3 až 5 měsících vyžene rostlina květ a po 4 až 6 měsících dozrává. Květ má 5 okvětních lístků a po opylení a odkvětu se vytváří plod – tobolka. Ta má po dozrání velikost vlašského ořechu, praská ve 4 až 5 chlopních a objeví se bavlněná vlákna, která obrůstají semena (obr. 61).



Obr. 62 Bavlněná vlákna

Bavlněné vlákno je jednobuněčné, vyrůstá z povrchových buněk pokožky bavlněného semena. Čerstvá vlákna mají tvar kuželovitě protáhlé tyčinky s kruhovým průřezem. Při schnutí se tvar mění ve šroubovitě zkroucený proužek. Příčný řez suchých vláken má ledvinovitý tvar. Při zvětšení v mikroskopu lze pozorovat jejich charakteristický vzhled (obr. 62).

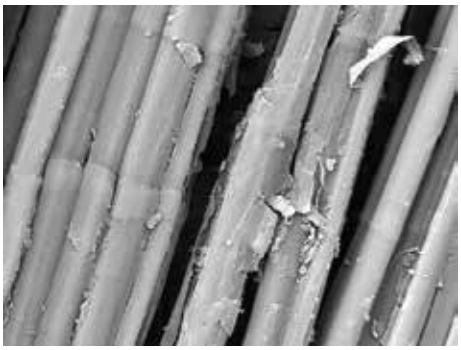
Bavlněné vlákno je málo pružné, poměrně pevné, dobře přijímá vlhkost. Bavlna se používá k výrobě osobního nebo ložního prádla, stolních souprav, ručníků a dalších výrobků pro domácí účely. Velké množství bavlněné příze se zpracovává také na pletené výrobky, na výrobu obuvi, na obalové a filtrační tkaniny, na výrobu nití apod. Bavlny podřadných druhů s krátkými vlákny se používají na výrobu jakostních papírů, vaty, k výrobě acetátových vláken a nitrocelulózy.

LEN

Obr. 63 Len

Pěstování lnu setého (*Linum usitatissimum*) spadá už do mladší doby kamenné. Za pravlast lnu bývá považován Egypt a oblast mezi Černým a Kaspickým mořem. Nejvyšší rozkvět pěstování lnu v Evropě nastal ve 14. a 15. století. Potom nastává pomalý úpadek lnářství, který byl sice zpomalen v 18. století, trvá však i nadále.

Len (obr. 63) je jednoletá rostlina. Přadný len (forma lnu setého) se seje koncem března do řádků. Hlavním účelem pěstování přadného lnu je získat co nejvíce dlouhého vlákna dobré jakosti.



Obr. 64 Lněné vlákno

Při sklizni se len vytrhává z půdy i s kořeny, klade se do řad a nechává oschnout. Suchý len se odsemeňuje a po odsemenění se máčí. Máčení se zakončuje opět sušením. Dále se stonky zpracovávají v tírnách, v nichž se nejprve, pročesávají a urovnávají, potom se lámou (kalandrují), aby se uvolnila dřevina (pazdeří) a konečně se vlákna zbavují pazdeří potěráním.

Lněné vlákno (LI) má pod mikroskopem charakteristická tzv. kolénka, podle nichž lze bezpečně poznat rostlinné vlákno ze stonku (obr. 64).

Lněné vlákno je pevnější než bavlněné, průměrná délka vláken odpovídá zhruba vláknu bavlněnému (50 – 60 mm.) Proti bavlně je méně tažné a pružné jen nepatrně.

Lněná příze se tká na hodnotné tkaniny s přirozeným leskem pro výrobu ubrusů, osobního i ložního prádla, kapesníků, letních šatů i obleků. Lněné výrobky se dobře perou a uchovávají si svůj pěkný vzhled i po letech upotřebení. Velká pevnost lněného vlákna, stejně jako jeho odolnost proti otěru umožňuje z lněných přízí vyrábět i technické tkaniny (stany, čluny, ochranné oděvy, požární hadice, nosítka apod.) Krátká vlákna a odpad z tíren (koudel) se využívají při výrobě hrubých pláten a v čalounictví a sedlářství na vycpávky. Pazdeří se užívá k výrobě hrubého papíru, izolačních hmot a lisovaných desek. Semeno lnu obsahuje olej, který se zpracovává na výrobu jedlých tuků a olejů.

KAPOK

Kapok (*Ceiba pentandra*) je tropický strom (až 70 m vysoký) původem ze Střední Ameriky. Dospělá rostlina dává několik set asi patnácticentimetrových tobolek se semeny obalenými nažloutlými vlákny (obr. 65).

Obr. 65 Kapok

Sklizeň a oddělování semen od vláken jsou velmi pracné, provádí se ručně. Kapoková vlákna (KP) dosahují délky 10 – 40 mm. Protože jsou asi z 80 % dutá, mají hustotu jen 350 kg·m^{-3}, říká se jim také „rostlinné peří“ nebo „rostlinné hedvábí“. Vlákno sestává ze směsi ligninu a celulózy, je silně vznětlivé, má nízkou pevnost, jemný voskovitý povrch, vysoký lesk, ve vodě se nepotápí a unese až 36-násobek vlastní váhy. Kapok obsahuje zvláštní hořkou látku, která odpuzuje hmyz.

Vlákno je velmi vhodné jako výplň matrací, polštářů a jako izolační materiál. Dříve se rounem z kapokových vláken plnily záchranné plovací vesty.

Spřádání kapoku je velmi nesnadné. V posledních letech se však nabízí příze a tkaniny ze směsi bavlny s kapokem.

KONOPÍ

Obr. 66 Konopné lano

Konopí seté (*Canabis sativa*), tzv. technické konopí je jednoletá rostlina s dlouhým stonkem. Rostliny pěstované pro vlákno, textilní rostliny, mají mít co největší výšku a co nejméně kolének.

Ze stonku se po zpracování namáčením a třením získávají vlákna (CA), která se spřádají. Využití nacházejí všude tam, kde se vyžaduje pevnost a odolnost proti vlhku. Vyrábějí se z nich provazce, lana, motouzy, plachty, rohože i pytle velmi pevné a odolné proti vlhkosti a hnilobě (obr. 66). Dále nitě pro obuvnictví, koberce, ručníky, utěrky, dekorační a nábytkové tkaniny a ve směsi s bavlnou se konopná vlákna užívají pro letní oblekové tkaniny. Z krátkých vláken se vyrábí např. koudel pro utěsňování šroubovaných spojů potrubí.

JUTA

Obr. 67 Jutová tkanina

Jutovníky (*Corchorus*) jsou teplomilné rostliny, původem z Indie, vyžadující vlhké tropické klíma. Jsou rozšířeny především v tropické pásu Jižní a Jihovýchodní Asie. Jutovníky jsou byliny s vláknitým stonkem vysokým 2 až 4 metry s tloušťkou až 15 mm.

Ze stonků se po zpracování (namáčení, tření, spřádání) získává hrubé textilní vlákno (JU), které není obzvlášť pevné ani pružné, ale je laciné. Nebarvené vlákno je šedé až nažloutlé a časem křehne a rozpadá se.

Juta se používá pro výrobu pytloviny, motouzů, lan a pro základovou osnovu při tkaní koberců (obr. 67). Jutová vlákna se také spřádají společně s jinou přízi pro výrobu dekoračních textilií nebo nábytkářských tkanin. Pro svou hrubost se jutové tkaniny jen výjimečně používají na ošacení. Jutovník lze také využívat k výrobě balicích papírů.

SISAL

Obr. 68 Sisalový motouz

Sisalové konopí se získává z listů agáve sisalové (*Agave sisalana*). Rostlině se daří jen v tropickém a subtropickém pásmu. List agave obsahuje v průměru 1 000 technických vláken. Jsou 60 – 120 cm dlouhá, pevná a hrubá. Vlákno (SI) je barvy žluté až hnědočervené, silně hygroskopické, má vyso-

kou pevnost v oděru a odolnost proti vlhku, tvrdý omak, zvláštní lesk a lze je snadno barvit.

Nejhrubší vlákna se používají na výrobu papíru, střední jakost na lana a provazy (obr. 68) a nejjemnější druhy zejména na kobercové příze. Sisalové příze se často zpracovávají do smyčkových tkanin (buklé) ze silnější osnovní příze a tenkého útku. Protože tkaniny odolávají povětrnostním vlivům, jsou koberce, běhouny a rohožky vhodné i na venkovní použití. Sisal se také používá k výrobě kvalitních terčů na hru šipky.

MANILSKÉ KONOPÍ

Banánovník textilní (*Musa textilis*) nebo též manilské konopí je rostlina z čeledi banánovníkovitých proslulá svými textilními vlákny z listů a řapíků zvanými abaka. Banánovník textilní se původně pěstoval jen na Filipínách, nyní však také na Borneu a Sumatře. Rostliny dosahují průměrně výšky 6 m. Vlákna manilského konopí (AB) jsou pružná, lehká a ve vodě trvanlivá a využívají se především k výrobě provazů a motouzů, dále na výrobu dekorativních předmětů, letní obuvi a vzdušných klobouků (obr. 69).

Obr. 69 Klobouk z manilského konopí

KOKOSOVÁ VLÁKNA

Kokosová vlákna jsou příkladem vláken získávaných z plodů, konkrétně z kůrovité vrstvy nedozrálých ořechů kokosové palmy (*Cocos nucifera*).

Délka vláken (CC) je 15 – 35 cm, tloušťka 0,3 – 1 mm (jsou cca 25x hrubší než bavlna). Tažnost 25 – 37 % je nejvyšší ze všech celulozových vláken. Vlákno je lehčí než voda (945 kg·m^{-3}), má vysokou pevnost v oděru, je pružné a odolné proti hnilobě a dobře izoluje proti hluku a horku. Barvení je obtížné, vlákno je přirozeně zbarvené do žluta až tmavohněda.

Obr. 70 Kokosová výplň matrace

Mimo provaznictví se příze z kokosu používají k výrobě hladkých a velurových tkanin na koberce a běhouny nebo se splétají do provazců na síťové výrobky. Z kokosových houní se vyrábějí matrace nebo vrstvy do matrací (obr. 70), které podporují cirkulaci vzduchu a odvádějí tak vlhkost.

VLÁKNA ŽIVOČIŠNÉHO PŮVODU

PŘÍRODNÍ HEDVÁBÍ

V textilní výrobě se hedvábí (SE) objevilo před více než 5 tisíci lety v Číně, která byla dlouho jedinou zemí produkující hedvábí. Tajemství získávání hedvábného vlákna se v Číně udrželo až do 4. století našeho letopočtu. Kromě čínského hedvábí se dostávalo do světa i hedvábí indické. Bylo nažloutlé a méně hodnotné než hedvábí čínské. V Indii se totiž z náboženských důvodů nesměly zámotky bource mo-

Obr. 71 Housenka bource morušového

rušového usmrcovat a tak se zpracovávaly až prokousané kukly, což výrazně ovlivňuje jakost hedvábí.

Přírodního hedvábí bylo vždy málo a také v současné době se podílí na světové produkci textilních surovin jen zlomkem procenta. Pro svoje vynikající vlastnosti si však udržuje své důležité postavení v textilní výrobě.

Hedvábí je výměšek snovacích žláz housenek různých přástevníků (bourců). Pro textilní průmysl je nejdůležitější bourec morušový (*Bombyx mori*). Bourec morušový je noční motýl, má čtyři vývojová období: vajíčko, housenku, kuklu a motýla. Motýl – samička naklade v létě podle plemene 400 – 600 vajíček šedomodré barvy, velikosti máku. Motýl za 1 až 2 týdny zahyne. Vajíčka přezimují a zjara se z nich líhnou housenky (obr. 71). Jejich jedinou potravou je morušové listí. Asi po 30 dnech se housenky zapředou a vytvoří zámotek. Dospělá housenka měří 8 – 9 cm a přede zámotek asi 3 dny. Při zapřádání vyměšuje housenka dvě jemná vlákna, která na vzduchu tuhnou. Dvojvlákno vyměšuje souvisle až do délky 900 až 1 500 metrů (pro spřádání lze využit jen střední část vlákna). Housenka se v zámotku začne měnit v kuklu a za 14 – 20 dní se z ní vylíhne motýl, který vypouští alkalickou tekutinu, jež promáčí jeden konec zámotku. Aby zámotek zůstal neporušen, musí se kukla do 10 dnů usmrtit, aby se zabránilo vylíhnutí motýla.

Obr. 72 Hedvábná tkanina

Surové hedvábí se pod mikroskopem jeví jako zploštělá a průsvitná stužka, nepravidelně široká s rozpraskaným drsným povrchem. Upravené hedvábí (odklizené) se jeví jako průhledné válečky s hladkým povrchem. Pravé hedvábí je nejčastěji bílé nebo žluté s odstínem dozelena nebo domodra. Jeho lesk je nejlepší ze všech druhů přírodních vláken (obr. 72). Při silnějším mnutí vydává vrzavý zvuk obdobný zvuku mačkaného čerstvého sněhu. Hedvábné vlákno je značně pevné a tažné (asi 24 %) a velmi pružné. Má široké uplatnění v textilní výrobě, používá se k výrobě šatovek, sametů i módních doplňků. Velké uplatnění nachází přírodní hedvábí při výrobě dekoračních a technických tkanin, nití, chirurgického hedvábí aj.

OVČÍ VLNA

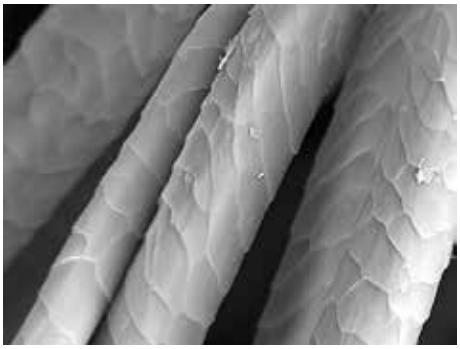
Původ chovu ovcí domácích (*Ovis ammon*) za účelem získáni vlny je lokalizován do Střední Asie, odkud se postupně rozšířil do celého světa. Podobně jako len patří ovčí vlna k nejstarším textilním surovinám. Ve střední Evropě se začaly ovce chovat hlavně v době bronzové, jejich vlna však byla v porovnání s dnešní vlnou velmi hrubá. Jemnou vlnu dodávaly ovce pocházející z Malé Asie, ze zakavkazských a arménských hor. Vhodnými klimatickými podmínkami, vydatnějšími pastvami a křížením byla postupem času vyšlechtěna plemena jemnovlnná (tzv. merino) a polojemnovlnná (u nás valaška a cigájt).

Obr. 73 Ovčí rouno

Ovčí vlna (WO) je tvořena vlnovlasy, které vyrůstají pohromadě v praméncích po pěti až padesáti, a potom splývají v chomáčky. Mezi sebou jsou vlnovlasy spojeny zvláštními chlupy, zvanými vazači, a jsou slepeny vlnotukem, takže po stříhání drží pohromadě a tvoří tzv. rouno (obr. 73). Nejkvalitnější vlna je z lopatkových částí těla, horší kvalita je na hřbetě, krku a bocích, nejhorší je na hlavě a břichu. Jemnovlnná plemena se stříhají zásadně jednou do roka, polojemno-

vlnná a hrubá dvakrát do roka (jejich vlna je řidší a přirůstá rychleji).

Vlna má podobné složení jako rohy nebo nehty. Základní stavební látkou je keratin (zrohovatělá bílkovina). Vlákno je pod mikroskopem charakteristické svými šupinkami (obr. 74). Živočišný původ dokazuje i jeho struktura.



Obr. 74 Vlněná vlákna

Vlněné vlákno je podstatně delší než bavlněné a lněné, délka se pohybuje od 40 do 500 mm podle části těla. Pevnost vlákna je poměrně nízká, zato tažnost je značná. Vlákno lze zasucha protáhnout až o 40 %, zamokra až o 62 %. Pružnost má největší ze všech přírodních vláken, proto se např. obleky vyrobené z kvalitní vlněné příze prakticky nemačkají.

Podle kvality se dělí vlny na oděvní a kobercové. Oděvní vlny se používají na výrobky vrchního ošacení (obleky, turistické oděvy, kabáty) nebo se spřádají na přízi určenou k individuálnímu pletení. Z kobercových vln se vyrábí bytový textil, přikrývky apod.

VELBLOUDÍ SRST

Asijský dvouhrbý velboud má velmi jemnou (14 – 28 μm), hebkou srst, vlákno (WK) je 25 – 130 mm dlouhé, skoro bílé, velmi kadeřavé, s hrubými šupinami na povrchu. Flaušové tkaniny z velbloudí srsti jsou lehké a mají velmi příjemný, hřejivý omak. Velbloudí srst se rovněž užívá na výrobu přikrývek.

MOHÉR – ANGORSKÁ VLNA

Mohér (WM) je vlna z angorské kozy, dlouhá 120 – 250 mm, s jemností 25 – 50 μm, pevností asi o třetinu nižší než ovčí vlna, se zvláštním leskem a příjemným omakem. Vlákna se snadno barví, výrobky z mohéru nežmolkují, mají extrémní odolnost proti opotřebení a zotavení po deformaci o 15 – 60 %. Z mohéru se vyrábí tkaniny na lehké, lesklé obleky, kostýmy a bytové textilie, např. plyše.

KAŠMÍROVÁ VLNA

Kašmírová vlna (WS) patří k nejjemnějším textilním vláknům, je ceněna pro jemnost, lehkost a protože je velmi hřejivá a dobře přijímá vlhkost. Jemnost vláken je 65 – 85 μm. Cenově převyšuje kašmírová ovčí vlnu nejméně desítinásobně. Kašmír se proto zpravidla nezpracovává čistý, ale ve směsi s vlnou nebo s hedvábím. Používá se na kašmírové šály, šatovky a přehozy Vzácným druhem kašmíru je tzv. pašmína (obr. 75). Šála z pašmíny v obvyklé velikosti 90 × 200 cm je tak jemná, že ji lze protáhnout prstenem. Pašmína se často spřádá s hedvábím, aby tkanina byla lesklejší a pevnější. .

Obr. 75 Šály z pašmíny

KOŇSKÉ ŽÍNĚ

Koňské žíně se vyrábějí z koňských ocasů a hřívy. Jsou velmi lehké, pružné a dobře akumulují teplo a přitom zůstávají vzdušné a prodyšné. Toho se využívá v matracích (obr. 76), kdy koňské žíně vstřebávají vlhkost z matrace

Obr. 76 Použití koňských žíní v matraci

a poté ji odpaří. Dále se využívájí všeobecně pro polstrování nábytku a jako útek do kabátových výztužných vložek. Dříve se obdobně používaly při výrobě krinolín a dodnes jsou nenahraditelným materiálem pro výrobu smyčců.

SRSTI JINÝCH ZVÍŘAT

Mezi další využívané srsti zvířat patří srst kozy domácí, králičí chlupy, především angorského králíka a kravská, telecí a srnčí srst. Kromě králičích chlupů, které je možné spřádat samostatně např. na pletací přízi, srst ostatních uvedených zvířat je poměrně hrubá a používá se pouze jako příměs do přízí z jiných materiálů, nejčastěji ovčí vlny.

U nás méně časté jsou vlny jihoamerických lam, alpaky (WP), vikuni (WG) a guanako (WU). Lamí vlna je velmi jemná a má velmi dobré izolační vlastnosti, především proto, že mnoho vláken je uvnitř dutých.

VLÁKNA ANORGANICKÉHO (MINERÁLNÍHO) PŮVODU

AZBEST

Obr. 77 Azbestová vlákna

Azbestová textilní vlákna jsou spřadatelná vlákna z (modrého) amfibolu nebo (bílého) serpentinu. Vlákna mají tvar trubičky s vnějším průměrem 20 – 30 nm (tisíckrát jemnější než ovčí vlna) a s hustotou 2 200 – 2 600 kg·m^{-3}. Vlákna v hornině mohou být až 3 metry dlouhá, ke spřádání se používají délky mezi 10 a 40 mm (obr. 77). Z horniny se uvolňují rozdrcením nerostu, čímž se vytvoří shluk vláken, který se rozvolňuje a zbavuje přebytečné horniny proklepáním na sítech.

Vlákna azbestu se spřádají společně s bavlnou, lnem nebo konopím. Azbestové textilie se používaly na ohnivzdorné oděvy, brzdová obložení, filtry, elektroizolace, střešní krytinu aj.

Začátkem 20. století bylo poprvé zaznamenáno nebezpečí azbestových vláken pro lidský organizmus. Po mnoha lékařských pokusech a vyhodnocování statistik úmrtnosti byla ve 30. letech rakovina plic ve spojení s azbestózou uznána jako nemoc z povolání. V 80. letech bylo v některých západoevropských státech zpracování azbestu zakázáno a od roku 2005 platí zákaz pro všechny státy Evropské unie.

CHEMICKÁ VLÁKNA

VLÁKNA Z PŘÍRODNÍCH POLYMERŮ

CELULÓZOVÁ VLÁKNA – VISKÓZA & ACETÁTOVÁ VLÁKNA

Celulóza je hlavní stavební látkou rostlinných buněčných stěn a je nejrozšířenějším biopolymerem na zemském povrchu. Získává se z buničiny (rovněž papírenského polotovaru), která je směsí celulózy, hemicelulóz a zbytků ligninu. Zdrojem buničiny je především dřevo jehličnatých (smrk, borovice) a listnatých (buk) stromů. Celulóza se pro komerční účely izoluje ze dřeva odstraněním ostatních složek (lignin, hemicelulóza, oleje aj.).

Obr. 78 Viskóza

Z celulózy se vyrábějí umělá vlákna, jako je viskóza a acetát celulózy (CA). Tato vlákna se liší především technologií výroby, jejich použití a některé vlastnosti jsou si velmi podobné. Viskóza (CV), neboli umělé hedvábí, má vlákno nekonečné délky, vysokého lesku s chladným omakem (obr. 78). Vlákna mají malou pevnost, která se za mokra dále snižuje. Moderní viskózová vlákna (Modal) jsou těchto nepříznivých vlastností zbavena a naopak přinášejí směsím s ostatními i umělými materiály lesk, tvarovou stálost, ochranu před plstnatěním apod. Typickým užitím samotné viskózy jsou podšívkové a halenkové tkaniny, ale ve směsi s bavlnou a dalšími vlákny se viskóza užívá i na oblekové a kostýmové látky. Moderní viskózová vlákna se ve směsi s bavlnou používají na osobní prádlo a ve směsi s elastanem i na svrchní a sportovní ošacení.

ALGINÁTOVÉ HEDVÁBÍ

Alginátové vlákno je textilní materiál chemicky vyrobený z hnědých mořských řas. Jejich vyluhováním v alkalickém prostředí se získává alginát sodný. Ten se sráží v lázni kyseliny chlorovodíkové s obsahem chloridu vápenatého v gel, který se po průchodu zvlákňovací tryskou dlouží až na požadovanou jemnost. Alginátové výrobky mohou absorbovat látky až s dvacítinásobkem své hmotnosti.

Příze s příměsí alginátových vláken se používají ke zhotovování zvláštních efektů např. u výšivek nebo při předení jemných vlněných přízí (vznikají tak, že se v hotovém výrobku nitě z pevnějšího alginátu rozpustí v řídkém louhu). Bez příměsi se používají na divadelní opony a na obvazový materiál, obzvlášť v chirurgii (alginátová vlákna se časem rozpustí v lidském těle).

VLÁKNA ZE SYNTETICKÝCH POLYMERŮ

POLYAMIDOVÁ VLÁKNA

Polyamidová vlákna (PA) byla poprvé vyrobena v roce 1938. Jako základní surovina pro výrobu polyamidu se používá uhlí, rostlinný materiál, acetylen a butadien. Svými vlastnostmi se podobá i ostatním syntetickým vláknům.

Výhodnými vlastnostmi jsou značná pevnost, tažnost a elastičnost, vysoká odolnost proti otěru, nepatrná navlhavost (tzn. snadné praní a sušení), rozměrová stálost. Nevýhodou je ztížené barvení, snížená absorpce potu, malá odolnost vůči působení slunečních paprsků, snadné poškození teplem, studený omak.

Obchodní pojmenování se liší podle země výroby:

- Nylon- Belgie, Kanada, USA, SRN;
- Rilsan – Brazílie, Francie, Itálie;
- Silon, Chemlon – bývalé Československo;
- Perlon – SRN;
- Dederon – bývalá NDR.

Obr. 79 Polyamidová vlákna

Vlákno polyamidu, podobně jako většiny syntetických vláken má pod mikroskopem tvar lesklého hladkého válce někdy s temnějším pruhem uprostřed (obr. 79).

Polyamidová vlákna se používají v oděvním sektoru na výrobu punčochového zboží (obr. 80), dámských šatovek, plášťovin, svetrů, dětského a sportovního oblečení, nábytkových tkanin, koberců, dámského a pánského prádla, košil atd., dnes často jako příměs k ostatním vláknům. V technickém sektoru se používá k výrobě filtračních tkanin, speciálních pracovních oděvů, padákových tkanin, šicích nití, rybářských vlasců, sítí, plachtovin apod.

Obr. 80 Polyamidové punčochy

POLYESTEROVÁ VLÁKNA

Polyesterová vlákna (PES) byla poprvé vyrobena v Anglii, kde jsou dodnes vyráběna pod názvem Terylene. Licence byla později prodána do USA, kde se polyesterové vlákno vyrábí pod názvem Dacron. Výchozí látkou pro výrobu těchto vláken je kyselina tereftalová a etylen-glykol. U nás byly výrobky z polyesterových vláken známy pod názvy Tesil a Crimplen, v dalších zemích byla výroba zavedena pod obchodními názvy:

- Diolen – SRN;
- Lanon – bývalá NDR;
- Tergal – Francie;
- Terital – Itálie.

Základní surovinou je ropa, ze které se získává dimethyltereftalát a glykol. Polykondenzací obou sloučenin pak vzniká polyetylentereftalát (PET), dnes nejpoužívanější plast ze skupiny polyesterů. Polyesterové vlákno je svým chemickým složením velmi vhodné k modifikaci, tedy úpravám příměsí chemických sloučenin a k zušlechtěni mechanickým nebo pneumatickým tvarováním.

Obr. 81 Polyester – duté vlákno

Obr. 82 Polyester – kanálkové vlákno

Polyesterová vlákna se mohou vyskytovat prakticky ve všech textilních výrobcích (s výjimkou punčoch). K nejdůležitějším kladným vlastnostem patří vysoká odolnost vůči světlu, povětrnosti a mikroorganizmům (záclony), malá navlhavost (rychlé sušení). Omak a lesk velmi podobný přírodnímu hedvábí se dosahuje u vláken s neokroulým (např. trojúhelníkovým) průřezem. Dutá polyesterová vlákna (obr. 81) se používají jako alternativa k peří s tou výhodou, že výrobky plněné tímto materiálem lze prát v domácích podmínkách. Vlákna, která mají na povrchu rýhy – kanálky (obr. 82), velmi dobře odvádějí pot, proto se využívají v tzv. funkčním prádle. Mísením přírodních vláken s polyesterem se dosáhne v mnohém směru zlepšení užitných vlastností příze. Nejjemnější polyesterové vlákno (mikrovlákno) se vyrábí se čtvrtinou tloušťky průměrné bavlny, tkaniny ze směsí s polyesterem jsou lehčí a méně mačkavé, pevnější a trvanlivější.

OSTATNÍ VLÁKNA ZE SYNTETICKÝCH POLYMERŮ

Mezi další syntetická vlákna, která mají buďto okrajové užití, nebo se požívají pouze ve směsi s ostatními patří polyvinylchloridová vlákna (PVC). Jsou velmi pevná a odolná proti vodě, užívají se jako pojivo pro netkané textilie, např. pro pláště do deště, ve zdravotnictví a na ochrané oděvy a pomůcky.

Nejlehčí ze všech syntetických textilních vláken (910 kg·m^{-3}) jsou **polypropylenová vlákna** (PP). Vlákna jsou odolná proti chemikáliím, mají velmi dobrou pevnost v oděru, minimální navlhavost, nízký sklon k nabíjení statickou elektřinou a ke žmolkování. V omaku se takřka neliší od ovčí vlny. K nevýhodám patří nízká schopnost zotavení po deformaci, malá odolnost proti účinkům světla a vyšších teplot. Používají se na podkladové tkaniny a vlasové příze na tkané a všívané koberce, žíně na kartáčnické výrobky, příp. na pletené sportovní oděvy, dětské prádlo a jemné ponožky. Nejméně polovinu surovin na netkané textilie tvoří právě polypropylenová vlákna (geotextilie, umělý trávník). Nízké hustoty polypropylenu se využívá u lodních polypropylenových lan, která na vodě plavou.

V textilním průmyslu jsou stále více užívana **elastická vlákna**. Jsou definována jako vlákna, která se dají natáhnout na nejméně trojnásobnou délku a po uvolnění tahu se vrátí na (téměř) původní rozměr. Elastičnost materiálu – elastanu (EA) se dosáhne chemickým spojením dvou segmentů, kdy krystalický, polyuretanový tvrdý segment (krátký molekulární řetězec s vysokým bodem tání) se střídá s amorfním, měkkým segmentem z polyesteru nebo polyeteru (dlouhý řetězec, tavící se při 30 – 40 °C). Elastická vlákna mají nízkou pevnost v oděru, proto se tkaniny vyrábí s obsahem elastických přízí maximálně do 10 %, pleteniny mohou mít 20 – 40 % váhového podílu elastických vláken. Používají se na sportovní oblečení, prádlo, ponožky, plavky, nábytkové a automobilové potahy, elastické stuhy a lemy. V netkaných textiliích na elastické pleny a hygienické vložky. Obchodní názvy jsou Lycra, Spandex aj.

CHEMICKÁ ANORGANICKÁ VLÁKNA

VLÁKNA KOVŮ

Kovová vlákna se získávají zvlákňováním kovových materiálů (protahováním, stříháním) nebo pokovováním přírodních a chemických vláken. Zejména zlato a stříbro lze vytáhnout ve velmi tenký drát, který slouží jako útek do dekorativních tkanin. Kovová vlákna se vyrábějí také z platiny, mědi, hliníku, oceli a dalších kovů a jejich slitin. Skaním jádrové textilní nitě s drátkem z kovů kruhového nebo plochého průřezu vzniká tzv. leonská nit. Používá se ke splétání, vyšívání, tkaní a pletení ozdob na stejnokroje a textilie pro slavnostní účely.

Obr. 83 Brokát

Příkladem kovových vláken jsou příze Lurex (obr. 83). Ty jsou vyrobeny ve tvaru stužky z hliníkové folie oboustranně povrstvené směsí polyamidu a polyesteru. Příze má zvláštní kovový lesk nepodléhající oxidaci. Používá se jako efektová nit, kterou se protkávají brokáty, ale i slavnostnější ošacení, módní punčochy a spodní prádlo.

SKLENĚNÁ VLÁKNA

Vyrábějí se z bezalkalického, hlinitoboritokřemičitého skla. Skelná tavenina o teplotě až 1 300 C° je zvlákňována tažením přes trysky. Při odtahování z trysek rychlostí 30 – 60 m·s^{-1} (108 – 216 km·h^{-1}) tuhne a jednotlivá vlákna s jemností 4 – 13 μm se spojují do jednoho svazku a navíjí. Skleněná vlákna jsou odolná proti alkáliím a kyselinám, nevzněcují se a nehoří, nepůsobí na ně vlhko ani plíseň, nestárnou. Jsou dobrými elektrickými, ovšem špatnými tepelnými izolanty. Vlákna jsou velmi pevná, ale málo pružná a ohebná. Ze skelných tkanin se šijí divadelní závěsy,

záclony a ochranné oděvy, především pro extrémně horké provozy. Skleněná vata se používá jako tepelná izolace. Tkaniny nebo paralelně ložená vlákna (rowingy) se vkládají jako armatury do kompozitů (obr. 84).

Obr. 84 Skleněná tkanina

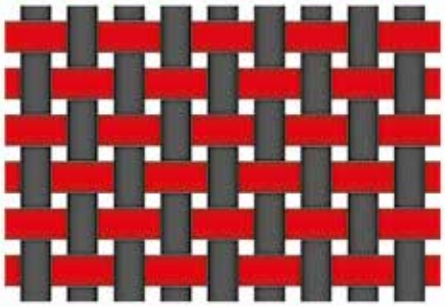
UHLÍKOVÁ VLÁKNA

Uhlíkové vlákno (karbonové vlákno) je název pro vlákno obsahující uhlík v různých modifikacích. Jedná se o dlouhý, tenký pramen materiálu o průměru 5 – 8 μm složeného převážně z atomů uhlíku. Atomy uhlíku jsou spojeny dohromady v mikroskopické krystaly, které jsou více méně orientovány paralelně k dlouhé ose vlákna. Krystalové uspořádání způsobuje, že vlákno je na svou tloušťku velmi pevné. Uhlíková vlákna se používala výhradně pro technické účely a naprostá většina z nich se uplatňuje jako výztuž kompozitů. Podíl výztuže obnáší maximálně 80 % váhy kompozitu, uhlík se přidává ve formě mletých vláken, sekaných pramenů, filamentů, rovingů, rohoží, tkanin, pletenin a splétaných textilií. Dnes je snaha pevnosti, lehkosti a odolnosti uhlíkových vláken využít i v odívání, např. pro cyklistické drezy.

VÝROBA TEXTILIÍ

Vlákna jsou základním elementem pro výrobu textilií. Rozeznáváme textilie tkané (tkaniny), pletené (úplety) a netkané (plsti). Pro výrobu tkanin a úpletů se vlákno dále zpracovává tzv. předením. Předení je mechanický proces, který má za úkol z nesouvislé textilní suroviny vytvořit dlouhý, pevný a stejnoměrný útvar. Je to proces, při němž se vlákna rovnoměrně urovnávají a seskupuji do paralelní (souběžné) polohy a jejich vzájemným zkroucením vzniká útvar zvaný příze.

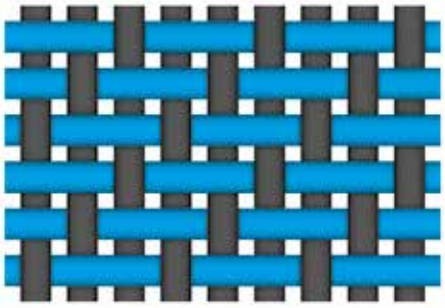
Z příze se tkaním získávají tkaniny, pletením úplety. Tkaní je vlastně vzájemné kolmé křížení dvou soustav přízí, osnovní a tzv. útkové. Způsob, kterým se příze proplétají, se nazývá vazba tkaniny. V praxi se vyskytuje velké množství vazeb, často velmi složitých, ale všechny jsou odvozené od tří původních vazeb, vazby plátnové, keprové a atlasové.



Obr. 85 Plátnová vazba

PLÁTNOVÁ VAZBA

Plátnová vazba (obr. 85) je nejjednodušší textilní vazbou. Má nejhustší provázání. Tkaniny s plátnovou vazbou jsou oboulícní a stejnostranné, používají se na výrobu košilovin, podšívkovin, dámských šatovek, pánských oblekovek a technických tkanin. Příkladem těchto tkanin jsou Batist, Flanel, Kanafas, Mušelín, Popelín aj.

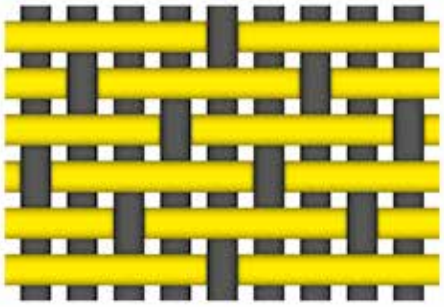


Obr. 86 Keprová vazba

KEPROVÁ VAZBA

Keprová vazba (obr. 86) je méně pevná, ale pružnější a poddajnější. Její vazné body tvoří šikmé řádky, podle kterých je snadno identifikovatelná. Počty podvlečených osnovních nití udávají, o kolika-vaznou tkaninu jde. V praxi se nejvíce používá kepru třívazného, čtyřvazného až šestivazného.

Keprové vazby se používají na technické tkaniny, podšívky, dámské šatovky, pánské oblekovky, vojenské a policejní uniformy. Asi nejrozšířenější a nejznámější keprovou tkaninou je bavlněný Denim ze kterého se šijí džíny. Další tkaniny s keprovou vazbou jsou např. Serž, Bah-Chet, Kašmír, Tvíd, Velur aj.



Obr. 87 Atlasová vazba

ATLASOVÁ VAZBA

Atlasová vazba (obr. 87) má hladký, stejnoměrný povrch, bez výrazných řádků. Je to tím, že na rozdíl od keprové vazby se jednotlivé vazné body vzájemně nedotýkají. Atlasová vazba je rozpoznatelná díky svému lesklému vzhledu a „hedvábnému" omaku. Je většinou velmi hustá a málo odolná proti oděru. Tkaniny s atlasovou vazbou jsou např. Satén, Atlas, Damašek, Brokát, Grádl apod.

NETKANÉ TEXTILIE

Netkané textilie – plsti (obr. 88) jsou textilie zhotovené z výchozího vláknitého materiálu jako spleť nahodile nebo nuceně uložených vláken. Často kromě vzájemného mechanického spojení vláken se do těchto textilií přidává pojivo, případně se tato textilie spojuje s jinými plošnými útvary (tradičními textiliemi, fóliemi z kovu nebo plastických hmot a pod.).

Obr. 88 Plstěný výrobek

Hlavní surovinou pro výrobu plsti jsou živočišná vlákna (vlna, srst). Vyrábí se tzv. zplsťováním, tzn. volným navrstvením vláken, následným vlhčením, ohříváním a lisováním. Vlhčením a ohříváním se vlákna kroutí a chaoticky proplétají, lisováním se dá výrobku výsledný tvar. Nejvýhodnější pro toto zpracování jsou vlákna živočišného původu, protože mají šupinatý drsný povrch, který zabraňuje po zplstění pohybu vláken.

Plst se používá na výrobu klobouků, izolačních a obalových desek, těsnění, podložek, chráničů, sportovních potřeb, leštících kotoučů apod.

ZUŠLECHŤOVÁNÍ TEXTILIÍ

Zušlechťováním se dodává textilním výrobkům lepší vzhled a vhodné vlastnosti podle požadovaného účelu. Zušlechťovací procesy se dělí na chemické a mechanické.

CHEMICKÉ ZUŠLECHŤOVÁNÍ

Bělením se u textilií odstraňují nečistoty i nežádoucí odstíny. Bělícími činidly jsou např. peroxid vodíku, chlornan sodný apod.

Mercerováním se dosahuje u textilií vysokého lesku a vyšší pevnosti (hlavně u bavlny). Při tomto procesu se na textilie působí roztokem hydroxidu sodného za současného napínání.

Barvením se dává textiliím stejnoměrná trvalá barva. Některé materiály je před barvením nutno bělit, aby se dosáhlo jasnějších odstínů. V současné době se průmyslově barví textilie syntetickými barvivy, která už vytlačila barviva přírodní.

Potiskováním dostává textilie barevný vzor. Podle chemického postupu se potiskování dělí na přímý tisk – barvy se nanášejí na tkaninu přímo a tisk leptem – vzoru se dosahuje vyleptáním barviva

z textilie.

Impregnací se dodává tkaninám speciální vlastnosti např. nepromokavost.

MECHANICKÉ ZUŠLECHŤOVÁNÍ

Práce čistící a zlepšovací – odstraňování nečistot a chyb vzniklých při zpracování přízí a tkanin (uzlíky, chybějící nitě, vytržená vlákna).

Česání – uvolňování konců vláken z příze a jejich rovnání do rovnoběžné nebo napřímené polohy.

Opalování – odstraňování konečků vláken (opak česání).

Mandlování – navinování navlhčené textilie na válce vystavené tlaku a teplu. Získává se tím měkký, pevný omak, vláčnost i mihotavý vzhled.

Velurování – napřimování vlasu tkaniny na velurovacích strojích (napodobování sametu).

TEXTIL V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

S textilními materiály se žáci na základní škole systematicky seznamují od druhého ročníku. Poznávají postupně základní vlastnosti těchto materiálů, většinou praktickou činností (výrobou předmětů) a obvykle méně častěji prostřednictvím jednoduchých pokusů a pozorování.

Textil se od ostatních materiálů zpracovávaných v primárním a preprimárním vzdělávání liší hlavně svou strukturou, která určuje i jeho odlišné mechanické vlastnosti oproti „tuhým“ materiálům. Praxe ukazuje, že z hlediska zpracování se jedná o materiál, z něhož lze i poměrně neobratnou rukou vytvořit hodnotné a trvanlivé výrobky. Často se také využívá jako materiál pro výrobu dárků, protože je schopen dobře snášet transport k obdarovanému. Jeho nevýhodou je požadovaná dlouhá jednotvárná práce (šití stehů) při zpracování, což od žáků vyžaduje značnou míru trpělivosti. To lze odstranit např. lepením u výrobků z netkaných textilií, které je vhodné i pro práci s textilem v preprimárním vzdělávání. Lze říci, že práce s textilními materiály jsou oblíbenější u děvčat než u chlapců.

PAPÍR

Papír je bezesporu významný vynález a jeho objev spolu s vynálezem knihtisku podstatně změnil historii lidstva. Dnes je to především:

- hmotný prostředek pro záznam informací
- a tzv. technický papír (materiál) využívaný v obalové technice, zdravotnictví, potravinářství, elektrotechnice, strojírenství a v řadě dalších oborů.

Název je odvozen od názvu rostliny *Cyperus Papyrus* – šáchoru papírodárného, která sloužila ve starém Egyptě k výrobě hmoty s podobnými vlastnostmi jako dnešní papír. Papír je v současném chápání tvořen spletí jemných, většinou rostlinných vláken zplstěných a slepených do tuhé vrstvy, která je zválcována nebo uhlazena do hladké plochy. Podle dalších vlastností jej můžeme rozdělit na:

- **papír** – soudržná vrstva rostlinných vláken o plošné hmotnosti do 150 $g \cdot m^{-2}$;
- **kartón** – tužší papír tvořící přechod mezi papírem a lepenkou, nejčastěji s plošnou hmotností 150 – 250 $g \cdot m^{-2}$;
- **lepenka** – papír o vyšší plošné hmotnosti, zpravidla nad 250 $g \cdot m^{-2}$, vytvořený z několika vrstev.

PŮVODNÍ ZPŮSOB VÝROBY PAPÍRU

Papír podobný současnému byl vyráběn v Číně již od 3. tisíciletí př. n. l. Číňan Cchal Lun navrhl r. 105 n. l. technologii výroby papíru, která se používá téměř beze změny dodnes dle následujícího postupu:

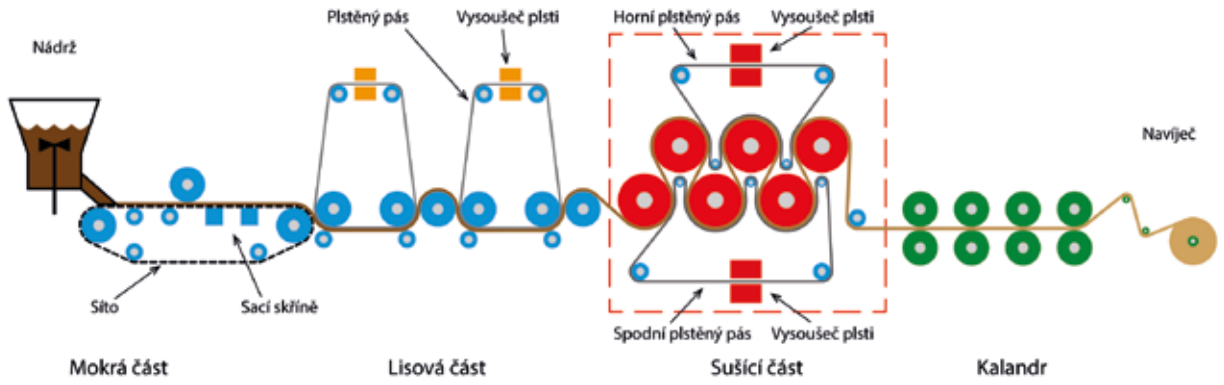
1. máčení vláknitého materiálu získaného z konopí a ostatních domácích rostlin s popelem a vápnem;
2. vypírání vodou;
3. roztloukání dřevěnými palicemi nebo rozšlapávání dřeváky na kašovinu;
4. rozlévání a roztírání do forem (obr. 89);
5. lisování;
6. sušení;
7. žehlení.

Obr. 89 Ruční výroba papíru

SOUČASNÁ VÝROBA PAPÍRU

Hlavními surovinami pro současnou výrobu papíru jsou dřevo, odpadní suroviny, bavlněné hadry, papír, jednoleté rostliny (rákos, obilná a rýžová vlákna), ev. bambus. Z těchto surovin se získává základní a výchozí látka pro výrobu papíru – buničina. Nejlevnější způsob získávání buničiny vyhovující potřebám papírenského průmyslu je její uvolňování z dřevní hmoty. Podstatou tohoto procesu je mechanické rozvláknění a chemické zpracování. Nejprve se dřevní hmota mechanicky rozdělí na drobné částečky (štípáním, drcením nebo broušením), ze kterých se pak chemickou cestou odstraňuje lignin – látka obsažená v buněčných stěnách, způsobující jejich tuhost potřebnou pro růst dřeviny.

Podle použitých chemikálií se způsoby výroby papíru dělí na způsob kyselý a alkalický.



Obr. 90 Papírenský stroj

Metoda chemického zpracování a použité chemikálie ovlivní výsledné vlastnosti a tím i použití papíru. Při kyselém (sulfitovém) procesu má vyrobená buničina poměrně vysokou bělost, ale nižší pevnost. Při zásaditém (sulfátovém) procesu vyniká vzniklá buničina výbornými pevnostními vlastnostmi a mj. se používá pro mechanicky namáhané papíry (např. pytlové papíry). V obou případech se vařením s příslušnými chemikáliemi získá kašovitá hmota, do níž se přidávají další složky.

Jednou z těchto složek je dřevovina, materiál tvořený rozvolněnými dřevitými vlákny. Na rozdíl od buničin jsou při výrobě dřevoviny vlákna uvolňována především mechanickým namáháním dřeva (např. broušením). Relativně levná dřevovina se používá na výrobu papírů horších jakostí, tzv. dřevitých papírů (např. novinový papír) a lze říci, že poměr buničiny ke dřevovině v papírové směsi je jedním z hlavních ukazatelů kvality papíru. Význam dřevoviny ale v současnosti klesá, je nahrazována vlákninou ze sběrových papírů. Dalšími složkami budoucího papíru jsou plnidla (kaolín, plavená křída), klížidla a další zušlechťující přísady.

Vzniklá tzv. papírovina se dále zpracovává na papírenském stroji (obr. 90). V papírenském stroji papírovina z nádrže natéká na podélné pohyblivé nekonečné síto, kde dochází k odvodnění vlákniny tak, že se vlákna usazují na povrchu síta a voda protéká do sběrné vany, příp. je odsáta sacími skříněmi. Na začátku lisové části se papírový list snímá pomocí plstěného pásu a lisováním v soustavě válců a plstěných pásů se odstraní další množství vody z papírového listu. V sušící části se z papíru odstraňuje voda, kterou již není možno odstranit mechanicky. Papír zde prochází soustavou válců, které jsou vytápěny obvykle parou. Vlhkost je odváděna pomocí plstěných pásů. Ve středu sušící části může být umístěno natírací zařízení pro povrchové úpravy papíru (povrchové klížení nebo natíraní). Na konci papírenského stroje může být kalandr. Jedná se o zvláštní lis, kde se papír povrchově uhlazuje. Dále následuje navíječ, kde se papírový list navíjí do rolí nebo řeže na formáty. Papírenský stroj může vytvářet pás papíru o šířce 2 – 9 m rychlostí 3,5 – 25 $m \cdot s^{-1}$ (12 – 90 $km \cdot h^{-1}$).

Většina technologií výroby papíru (z hadroviny, sběrového papíru) se odlišuje pouze v přípravě papíroviny, další postup je v zásadě stejný. Nejjakostnější, nejtrvanlivější a nejpevnější papíry se vyrábějí z bavlněných hadrů. Bavlna je zdroj nejčistší přírodní buničiny. Z tohoto důvodu není třeba bavlněné hadry podrobovat tak agresivnímu procesu jako při uvolňování buničiny ze dřeva. Proto mají hadrové papíry tak vynikající mechanické vlastnosti.

VLASTNOSTI PAPÍRU

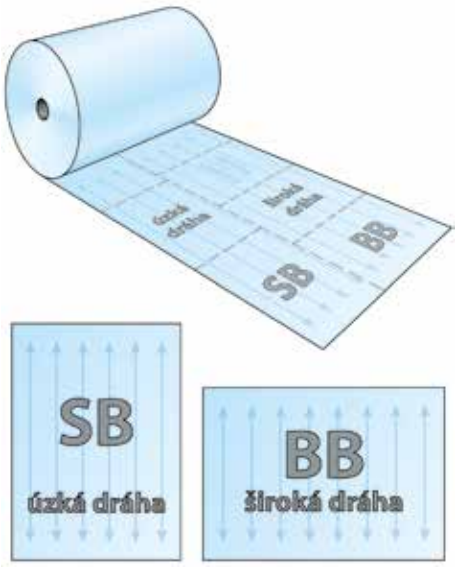
MECHANICKÉ VLASTNOSTI

Určuje se např. pevnost v tahu, pevnost v přehýbání, pevnost v průtlaku (odolnost proti protržení), pevnost v natržení (okraje), pevnost v dotržení, pevnost ve zkrutu, tvrdost.

FYZIKÁLNÍ VLASTNOSTI

Mezi fyzikální vlastnosti papírů patří:

- plošná hmotnost – hmotnost 1 m^2 papíru, kartonu, lepenky v gramech;
- tloušťka;
- hustota – v papíru je mezi vlákny podle způsobu zpracování 15 až 70 % vzduchu; určuje také schopnost absorpce tekutin a tiskové barvy;
- pórovitost – opak hustoty;
- prodyšnost – odpor vzorku papíru kladený vzduchu, který jím prostupuje (určují zejména klížidla);
- tisková hladkost – ovlivněna plnidly a hlazením;
- nepromastitelnost;
- rozměrová stálost (zejména při působení vody);
- měrná elektrická vodivost;
- bělost a barva;
- neprůsvitnost;
- lesk;



Obr. 91 Dráha papíru

- průhled papíru (bezoblačnost) – stejnoměrnost rozložení vláken v papírovině;
- Při výrobě papíru v papírenském stroji leží vlákna papíroviny ve směru dráhy papírového pásu. Záleží tedy na tom, jak se jednotlivé archy z papírového pásu vyřezávají, podle toho pak leží vlákna paralelně buď s delší, nebo kratší stranou archu (obr. 91). Rozlišujeme tedy dvě skupiny:
  - široká dráha – vlákna leží příčně s delší stranou archu,
  - úzká dráha – vlákna leží podélně s kratší stranou archu.

CHEMICKÉ VLASTNOSTI

- obsah popela, minerálních látek (plnidel) – výrazně ovlivňuje mechanické vlastnosti;
- stálost na světle – význam pro polygrafický průmysl, knihovnictví, archívy;
- pach – důležité v obalové technice;
- kyselost a alkalita – vliv na kovové tiskové formy a barviva.

BIOLOGICKÉ VLASTNOSTI

Papíry, kartony, lepenky určené pro přímé balení potravin musí být zdravotně nezávadné, což znamená, že by z jejich výroby měl být vyloučen sběrový papír.

DRUHY PAPÍRŮ

Způsobů použití papíru a tedy jeho druhů je velmi mnoho. Jakost a použití papíru určuje použitá surovina, dále vlastní zpracování a přísady.

GRAFICKÉ PAPÍRY

TISKOVÉ PAPÍRY

Tiskové papíry tvoří velkou skupinu papírů s různým látkovým složením a vlastnostmi. Jsou určeny pro zpracování různými polygrafickými technologiemi. Podle kvality se dělí na bezdřevné, středně jemné a dřevité. Mezi tiskové papíry patří:

Novinový papír – levný, nekvalitní a měkký dřevitý papír, který je z důvodu určení hladký a pórovitý pro lepší přijímání tiskových barev. Jeho plošná hmotnost je cca 50 $g \cdot m^{-2}$. Není trvanlivý, především rychle žloutne.

Biblový papír – tenký, bezdřevý, klížený a bělený tiskový papír, co nejméně průsvitný, určený pro tisk knih o velkém stranovém rozsahu. Vyrábí se strojně hladký, bílý nebo v jemných tónech, v plošných hmotnostech 25 – 50 $g \cdot m^{-2}$.

Hlubotiskový papír – bezdřevý, středně jemný i dřevitý tiskový papír s dobře hlazeným až lesklým povrchem. Je málo klížený, měkký, aby přijímal řídkou barvu z leptu. Bezdřevý má rozsah plošné hmotnosti 70 – 120 $g \cdot m^{-2}$, středně jemný 70 – 100 $g \cdot m^{-2}$. Pomocí hlubotisku lze ideálně reprodukovat tónové předlohy, proto se hlubotisk, potažmo hlubotiskový papír, používá na tisk kvalitních především obrazových publikací.

Křídový papír – bezdřevý, nebo středně jemný papír, který má po obou stranách nátěr minerálních látek. Vyrábí se s leskem i matný, někdy i v různých barvách, s plošnou hmotností 80 – 200 $g \cdot m^{-2}$. Používá se na barevné i jednobarevné knihtisky a také pro kvalitní umělecké tisky. Lze ho použít i na tisk ofsetem nebo hlubotiskem.

Ofsetový papír – bezdřevý nebo středně jemný, zpravidla strojově hlazený, neprášivý a rozměrově co nejstálejší papír, který vyhovuje požadavkům na tisk z plochy. Vyrábí se s plošnou hmotností 40 – 150 $g \cdot m^{-2}$. Používá se na tisk jednobarevných a vícebarevných publikací, časopisů apod.

Plakátový papír – tiskový papír v bílé nebo sytých barvách, zpravidla jednostranně hladký, někdy se zvýšenou pevností za mokra, s plošnou hmotností 65 – 70 $g \cdot m^{-2}$. Používá se k tisku plakátů a vývěsek.

PSACÍ A KRESLÍCÍ PAPÍRY A KARTÓNY

Bezdřevý psací papír (kancelářský papír) – vyrábí se z bělené sulfitové buničiny v bílé barvě s plošnou hmotností 60 – 80 $g \cdot m^{-2}$. Je plně klížený, strojově hladký. Používá se na výrobu linkovaných a čtverečkovaných papírů, zápisníků, obchodních knih, poznámkových bloků, školních sešitů, obálek apod.

Průklepový papír – tenký, s různým složením, bílý nebo probarvený, s nízkou plošnou hmotností 30 $g \cdot m^{-2}$. Používal se na průklepy (kopie) při psaní na stroji.

Kreslící kartón – vyrábí se z bělené sulfitové buničiny v bílé barvě. Je strojově hlazený po jedné nebo po obou stranách, je dobře klížený a má dobrou odolnost proti oděru – lze jej dobře gumovat. Jeho plošná hmotnost je v rozmezí 180 – 220 $g \cdot m^{-2}$. Je vhodný na kreslení. Často je nesprávně označován jako čtvrtka.

Rýsovací (kladívkový) kartón – zvláště tuhý, bezdřevý, hlazený a bělený nenasákavý kartón. Jeho plošná hmotnost je 200 $g \cdot m^{-2}$. Používá se na rýsování technických výkresů, příp. ke kreslení, je natolik kvalitní, že umožňuje rýsování po předchozím gumování i vyškrábání.

DALŠÍ DRUHY PAPÍRŮ, KARTÓNŮ A LEPENEK

OBALOVÉ PAPÍRY

Albino – nejčastěji vyráběný druh balicích papírů. Výchozími surovinami při výrobě jednotlivých typů jsou bělené sulfátové nebo sulfitové buničiny. Používá se dále k výrobě tašek, sáčků, spotřebnímu balení a dalšímu zpracování.

Šedý balící papír – jednostranně hlazený balicí papír, vyrobený ze sběrového papíru, určený pro balení průmyslových výrobků, k prokládaní polotovarů z průmyslových výrob, atd.

Pergamenová náhrada (pergamenový papír) – bezdřevý nepromastitelný balicí papír, vyrobený z přírodních surovin bez přídavku chemických činidel. Vhodný zejména pro balení masa, masných výrobků a produktů obsahujících tuky.

Gačovaný papír – sulfátový papír s oboustranně nanesenou vrstvou parafínu, používá se zpravidla pro balení kovových předmětů, poskytuje ochranu proti vodě a poškození konzervačních povlaků balených předmětů.

Šedý karton – papír vyráběný ze sběrového papíru, proto je zbarven do šeda. Používá se na výrobu krabic, příp. jako výztuž např. textilních výrobků.

TECHNICKÉ, PRŮMYSLOVÉ A OSTATNÍ PAPÍRY

Krepový papír – buničitý kvalitní tenký papír určený hlavně pro výtvarné činnosti.

Cigaretový papír – velmi kvalitní, tenký s nízkým obsahem popela a škodlivých látek vznikajících při hoření.

Papíry pro elektrotechniku – kondenzátorový, elektroizolační a kabelový papír využívající elektroizolační vlastnosti papíru.

Ostatní papíry

- kopírovací;
- smirkový;
- toaletní;
- filtrační;
- asfaltový atd.

Lepenky

- **Lepenky zušlechtěné** – vlnitá, bednová;
- **Lepenky krytinové a izolační** – impregnovaná dehtová, asfaltová lepenka.

Tabulka 7 Formáty papírů

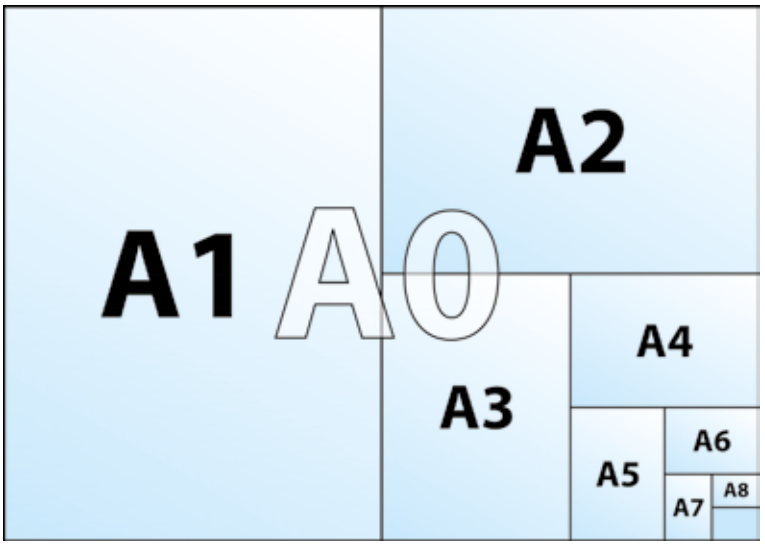
	A	B	C
0	841 × 1 189	1 000 × 1 414	917 × 1 297
1	594 × 841	707 × 1 000	648 × 917
2	594 × 420	500 × 707	458 × 648
3	420 × 297	353 × 500	324 × 458
4	210 × 297	250 × 353	229 × 324
5	148 × 210	176 × 250	162 × 229
6	105 × 148	125 × 176	114 × 162
7	74 × 105	88 × 125	81 × 114
8	52 × 74	62 × 88	57 × 81
9	37 × 52	44 × 62	40 × 57
10	26 × 37	31 × 44	28 × 40

FORMÁTY PAPÍRŮ

Označení formátu sestává z písmene následovaného číslem, např. A4. Standardy definují tři nejdůležitější řady formátů: A, B, C. Z nich je řada A základní; řada B je rozšiřující, pro případy,

kdy formáty řady A nevyhovují; řada C je navržena pro obálky.

Řada A je definována tak, že papír má velikosti stran v poměru 1:√2 (tj. přibližně 1:1,4142), zaokrouhlené na milimetry (tab. 7). Základním formátem je A0, který je definován svou plochou, která je přesně 1 m² (před uvedeným zaokrouhlením). Další formáty této řady (A1, A2, A3…) vznikají postupným půlením delší strany (obr. 92). Nejčastěji používaný formát A4 má rozměry 210 × 297 mm.



Obr. 92 Formáty papírů řady A

Formáty řady B mají rozměry dané geometrickým průměrem rozměrů stejného a nejbližšího většího formátu řady A (např. formát B2 je průměrem formátů A2 a A1).

Obdobně jsou **formáty řady C** dány geometrickým průměrem rozměrů příslušných formátů řad A a B (např. formát C4 je průměrem formátů A4 a B4). Formáty řady C se používají hlavně pro obálky, neboť jsou vždy o něco málo větší než odpovídající formát řady A (např. papír formátu A4 se vejde do obálky formátu C4).

PAPÍR V PRIMÁRNÍM A PREPRIMÁRNÍM VZDĚLÁVÁNÍ

Papír jako materiál je v praktických činnostech díky svým vlastnostem poměrně často využíván a to především z důvodu snadné zpracovatelnosti, ale i dostupnosti. S papírem se dítě setkává od raného dětství v běžném životě i při hře a je tedy logické tyto aspekty využít a dále rozvíjet. Papír by ale neměl zůstat jediným materiálem se kterým se dítě seznámí.

Papír lze lehce dělit, spojovat, plošně i prostorově tvářet. Na druhou stranu je třeba si uvědomit, že papír je velmi citlivý na přesnost a čistotu práce; většinou zanechává viditelné a neopravitelné stopy po nesprávně provedených operacích. Z tohoto důvodu je třeba, aby učitel pečlivě zvážil námět výrobku, jednotlivé pracovní kroky i použitý materiál (především lepidla) a nástroje.

Z hlediska volby námětů je ale papír materiál univerzální, lze z něj vytvářet celou škálu výrobků od jednoduchých, zvládnutelných dětmi předškolního věku až po velmi náročné, vyžadující jemnou „hodinářskou“ zručnost.

OSTATNÍ MATERIÁLY

Do této skupiny materiálů lze řadit ty, které se v primárním a preprimárním vzdělávání samostatně nezpracovávají, bývají pouze občas v různých formách zastoupeny v rámci prací s drobným materiálem a pracemi kombinovanými, některé jsou uvedeny pouze pro úplnost. Jedná se o sklo, kůži, pryž, korek a porcelán.

SKLO

Sklo patří mezi uměle připravené materiály. Jedná se o amorfní látku, v podstatě ztuhlý roztok křemičitanů, oxidů kovů a popřípadě dalších sloučenin. Svou strukturou a chováním lze sklo přirovnat ke kapalině o velmi vysoké viskozitě (viskozita je opak tekutosti). Důkaz je možno najít u starého okenního skla. Při přesném měření starých tabulových skel bylo zjištěno, že při horní straně tabulky je sklo tenčí než na dolním okraji, což je způsobeno téměř nezměřitelně pomalým tečením skla.

Sklo jako materiál využíval člověk ještě dříve, než byl schopen ho sám vyrobit. Nacházel ho v přírodě jako pozůstatek vulkanické činnosti. Jednalo se o tzv. sopečné sklo (obsidián) ev. o vzácný přírodní křišťál. Toto přírodní sklo využíval k výrobě ostrých nástrojů a šperků.

Technologii výroby skla však člověk zvládl až tehdy, když byl schopen udržet v peci teplotu přes 1 000 °C. Sklo a výrobky ze skla našly uplatnění všude, kde byl požadován materiál tvrdý, průhledný a stálý, kde nevadila jeho křehkost a malá odolnost proti teplotním změnám. Zvládnutí technologie výroby skla sehrálo velkou úlohu v rozvoji optiky, ale také ve stavebnictví, protože umožnilo vývoj dnes už samozřejmého architektonického prvku – okna. Nádoby ze skla umožňovaly lepší míchání barev v barvířství, nemalý význam pro člověka měl i rozvoj výroby zrcadel. V současnosti je sklo důležitým materiálem např. v chemických laboratořích ale i ve strojírenství a stavebnictví. Optická vlákna umožnila rozvoj nových diagnostických zařízení ve zdravotnictví i přenos informací.

Vývojem technologie výroby skla byly do jisté míry odstraněny i některé jeho nevýhodné vlastnosti a dnes jsou vyráběny některé druhy skel se speciálními vlastnostmi (např. optické sklo, bezpečnostní sklo, varné sklo apod.).

VÝROBA SKLA

Výrobu skla lze zhruba rozdělit na tyto etapy:

- příprava sklářského kmene;
- tavení a čeření skloviny;
- zpracování skloviny;
- chlazení skla;
- konečná úprava výrobků.

Obr. 93 Výroba skla

PŘÍPRAVA SKLÁŘSKÉHO KMENE

Základní látkou sklářského kmene je velmi čistý křemičitý písek (SiO_2), se kterým se mísí kysličník nebo uhličitan vápenatý (CaO, $CaCO_3$), soda (uhličitan sodný – Na_2CO_3), potaš (uhličitan draselný – K_2CO_3), podle druhu vyráběného skla ještě další složky, jako oxid olovnatý (PbO),

kyselina boritá (H_3BO_3) apod. Kromě těchto tzv. sklotvorných látek se ještě přidávají látky čeřící, odbarvující, případně zabarvující sklo. Přesně odvážená množství uvedených složek sklářského kmene se dokonale promísí a zavezou do sklářské pece.

TAVENÍ A ČEŘENÍ SKLOVINY

Tavení sklářského kmene probíhá při teplotě okolo 1 500 °C. Při této teplotě je sklovina velmi tekutá (má nízkou viskozitu). V tomto stavu se sklovina čeří přídavky čeřících látek, které uvolňují v roztavené sklovině plyny a odstraňují bublinky. Aby bylo možno vyčeřenou sklovinu dále zpracovávat, je třeba ji ochladit na teplotu okolo 800 °C, čímž se zvýší její viskozita.

ZPRACOVÁNÍ SKLOVINY

Sklovina se zpracovává několika způsoby: ručním tvářením (foukáním), lisováním, litím, válcováním a tažením. Při ručním tváření se sklovina nabírá do sklářské píšťaly a vyfukuje za současné rotace a modelování pomocí sklářského nářadí (obr. 93). Při výrobě větších sérií lze použít i dřevěných skládaných forem, do kterých se výrobky vyfukují. Při lisováni se tváří sklovina podobně jako kovy ve složených formách. Litím se vyrábějí jen výrobky jednoduchých tvarů, většinou plochých, tak, že sklovina se vylévá na licí stůl a uhlazuje vyhřívaným válcem. Válcováním se vyrábějí tabule velkých rozměrů tím způsobem, že se sklovina vlévá mezi dva válce, které udávají výrobku rovnoměrnou tloušťku. Tabulové sklo se vyrábí tažením nebo litím na cínovou lázeň. Při tažení se do roztavené skloviny se ponoří rám, který se pak pozvolna stálou rychlostí vytahuje spolu s ulpělou sklovinou. Při lití na cínovou lázeň se roztavená sklovina kontinuálně vylévá na povrch tekutého cínu umístěného ve velké vaně. Zde postupně chladně na teplotu 600 °C, při které je ho již možné snímat z povrchu cínu.

Obr. 94 Optické sklo

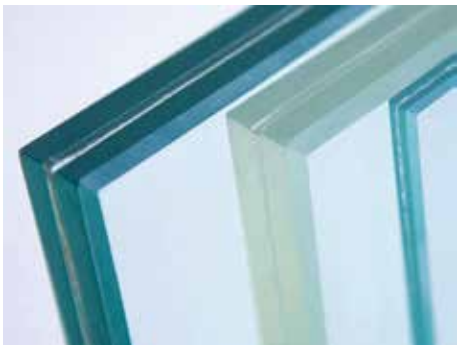
CHLAZENÍ SKLA

Chlazení skla musí probíhat pozvolna a rovnoměrně, aby se odstranilo vnitřní pnutí. Proces chlazení probíhá v tzv. chladících pecích, kde se výrobky postupně ohřejí až na teplotu měknutí skla a potom postupně ochlazují až na 50 °C. Doba chlazení závisí na druhu skla a masivnosti výrobku, čím je výrobek masivnější, tím je doba chlazení delší. U běžných druhů skel trvá několik hodin až dní, u speciálních optických skel se počítá i na léta.

KONEČNÁ ÚPRAVA SKLENĚNÝCH VÝROBKŮ

Konečnou úpravou výrobku je hlavně broušení, leštění, leptání, malování a zdobení, nanášení galvanických povlaků, obrábění apod. Barevná skla se získávají přísadou některých kovů nebo jejich oxidů přímo do sklářského kmene. Např. chrom barví sklo zeleně, zlato rubínově, oxid měďnatý (CuO) modře, oxid měďný (Cu_2O) červeně, oxid železnatý (FeO) zelenavě apod. K výrobě ozdobného skla se obvykle nepoužívá masivního barevného skla, ale výrobky z bezbarvého skla se potahují jen slabou vrstvičkou skla barevného, kterou je možno dekorativně probrušovat. Broušené sklo se brousí brusnými kotouči, vybroušené řezy a plochy se leští dřevěnými nebo plstěnými kotouči event. přelešťuje v roztoku kyseliny fluorovodíkové.

DRUHY SKLA



Obr. 95 Bezpečnostní sklo

Podle použití rozeznáváme celou řadu druhů skla. Nejzákladnější jsou chemické sklo, optické sklo, bezpečnostní a užitkové sklo.

Základní požadavky kladené na **chemické sklo jsou** dokonalá chemická odolnost a odolnost proti prudkým teplotním změnám. Těchto vlastností se dosahuje výběrem kvalitních křemenných písků a přísadami.

Optické sklo (obr. 94) je nejčastěji získáváno přidáním určitého podílu oxidu olovnatého (PbO), oxidu fosforečného (P_2O_5) nebo oxidu zinečnatého (ZnO). Jeho výroba je velmi náročná. Hlavním požadavkem je naprostá stejnorodost, čirost, maximální propustnost světelných paprsků, neměnící se hodnota indexu lomu atd.

Bezpečnostní sklo (obr. 95) má hlavní užití při výrobě dopravních prostředků. Vyrábí se jednak jako vrstvené sklo (mezi dvěma vrstvami skla je vlepena folie průhledné plast. hmoty, které při rozbití udrží střepy pohromadě) a jednak jako tzv. přechlazené sklo, u něhož se tepelnou úpravou dosáhne zvýšeného vnitřního pnutí, které při nárazu způsobí, že se sklo rozpadne na velmi drobné střípky, které nemohou způsobit vážnější poranění.

Užitkové sklo je sklo běžných jakostí používané v domácnostech, v obalové a osvětlovací technice.

KŮŽE

Kůže je jedním z nejstarších technických materiálů dosud stále hojně používaným a v mnohých případech nenahraditelným. Dřívější hlavní užití kůže k výrobě oděvů se vývojem přeneslo hlavně na výrobu obuvi. V technické praxi je kůže využívána především k výrobě různých těsnění, krytů a podložek, dále při výrobě ochranných oděvů, obalů apod. Dále je využívána i ve zdravotnictví, při výrobě sportovních potřeb, v čalounictví, při výrobě galanterie apod.

ZPRACOVÁNÍ SUROVÉ KŮŽE

Obr. 96 Mízdření

Surová kůže se zpracovává řadou technologických operací v průmyslu koželužském a kožešnickém. V koželužském průmyslu se ze surové kůže vyrábějí tzv. usně, které mají široké použití jako technický materiál. V kožešnickém průmyslu se zpracovávají kůže ušlechtilých zvířat pro výrobu kožešin.

VÝROBA USNÍ

Čerstvé kůže obsahují až 70 % vody, které by způsobovala rychlé zahnívání, proto je potřeba před vlastním zpracováním kůže sušit nebo konzervovat. Vlastní zpracování surových kůží se nazývá činění. Kůže se nejprve máčí a zbavuje se konzervačních látek, pak se z ní odstraňuje vrstva chlupů tzv. loužením. Po odstranění chlupů se kůže zpracovává mechanicky.

Mízdřením (obr. 96) se odstraňují zbytky šlach, masa a tuku z rubu kůže. Orážením se odstraňují nežádoucí nekvalitní okraje. Omykáním se zbavuje kůže pigmentu a zbytků vaziv z lícové strany. Štípáním se upravuje a vyrovnává tloušťka. Kůže se dále zpracovává broušením, kadeřením atd. Po těchto úpravách následuje chemické činění. Podle použitých chemikálií a látek rozeznáváme tzv. třísloučinění, chromočinění, činění tukem (zámišnictví) a činění hlinitými solemi (jirchářství).

Obr. 97 Kožený výrobek

VLASTNOSTI USNÍ

Význačnými vlastnostmi usní jsou pevnost a ohebnost. Malou odolnost mají usně vůči vyšším teplotám, olejům, alkalickým i kyselým roztokům.

NĚKTERÉ DRUHY USNÍ

Pergamen je konzervovaná useň získaná z tenčích kůží oslích, ovčích, jehněčích apod. Používá se k vazbě knih.

Vepřovice je dobře odtučněná vepřová kůže vyčiněná tříslovinami. Používá se v brašnářství a sedlářství.

Nubuk a **velur** (semiš) se vyrábí z kůží převážně telecích a vepřových zbroušením lícní strany (nubuk) nebo rubové strany (velur).

VÝROBA KOŽEŠIN

Výroba kožešin se od výroby usní podstatně neliší. Hlavní rozdíl je ve vynechání loužení, které způsobuje uvolnění chlupů. V kožešnictví se zpracovávají kvalitnější kožky chovných i divokých zvířat. Kožešiny se vyrábějí, buď v původních přirozených barvách, event. se barví za účelem napodobení dražších kožešin šelem. Důležitou a velmi sledovanou předvýrobní fází v kožešnickém zpracování je vlastní chov (resp. lov), stažení a hlavně konzervace kožky. Kožky s chlupy jsou totiž choulostivé na zpracování a jsou častěji napadány mikroorganismy, což může velmi výrazně ovlivnit výslednou jakost výrobku a samozřejmě i cenu.

PRYŽ

VÝROBA PRYŽE

Základní surovinou pro výrobu pryže je přírodní nebo syntetický kaučuk. Přírodní kaučuk je obsažen ve šťávě kaučukovníku. Tato šťáva (latex) vytéká po naříznutí kůry kmene, je podobná smetaně a obsahuje 30 – 40 % kaučuku ve formě vodní disperze. Kaučuk se získává z latexové šťávy srážením (přidáním kyselin) nebo sušením. Syntetický kaučuk se získává nejčastěji polymerací butadienu a plně se vyrovná kaučuku přírodnímu.

Pryž (technická guma) je hmota, které se získá z přírodního nebo syntetického kaučuku tzv. vulkanizací. Před vulkanizací je kaučuk lepivý a tvárný, vulkanizací tvrdne a výrazně se mění jeho další mechanické vlastnosti a nelze ho dále tvářet. Vulkanizátorem je ve většině případů jemně mletá síra, která se přidává v rozmezí od 1,5 až 4 % pro měkké pryže a 20 až 40 % pro tvrdé pryže (ebonit) za teploty asi 160 °C.

VLASTNOSTI A POUŽITÍ PRYŽE

Nejdůležitějšími vlastnostmi pryže jsou pružnost a pevnost, odolnost vůči kyselinám a vodě, elektroizolační schopnost. Nevýhodou je většinou malá odolnost proti působení hydroxidů, benzínu a olejům, závislost na teplotě.

Použití pryže je velmi rozsáhlé hlavně v leteckém a automobilovém průmyslu, dále při výrobě kabelů, hadic, ve strojírenství na pružné součásti k útlumu chvění a ve spotřebním průmyslu pro výrobu hygienických výrobků, hraček, ochranných oděvů, obuvi, sportovních potřeb atd.

Obr. 98 Kůra korkového dubu

KOREK

Korek (obr. 98) je vnější část kůry korkového dubu (*Quercus suber*). Tato dřevina je rozšířena hlavně na pobřeží Středozemního moře. Korek se získává loupáním kůry rostoucích stromů. Pokud je těžba šetrná a neporuší se vnitřní část kůry, může korková hmota opět dorůstat. Korek je materiál, který má celou řadu zajímavých vlastností. Jeho hustota je 200 až 300 $kg \cdot m^{-3}$, je dobrým izolantem, jak tepelným, tak i zvukovým. Je pružný, mechanicky poměrně odolný a chemicky stálý. Korek je používán na výrobu zátek, těsnění, podložek, třecích spojek a leštících kotoučů. Korková drť se používá na výrobu podlahových krytin a izolačních desek.

PORCELÁN

Porcelán je jemná keramická hmota, zpravidla bílé barvy. V praxi rozeznáváme tzv. tvrdý porcelán (technický) a měkký porcelán (užitkový). Porcelán se vyznačuje pevností, vysokou chemickou odolností, výbornými elektroizolačními vlastnostmi, odolností proti opotřebení, proti vysokým teplotám a teplotním změnám.

Základními surovinami pro výrobu porcelánu jsou kaolín, křemen a živec. Tyto suroviny se promísí s vodou na hustou kaši. Ta se pak tvaruje, vysouší a vypaluje při teplotách okolo 1 300 °C. Technický porcelán se od užitkového (měkkého) liší poměrem základních surovin, některými dalšími přísadami a vypalovacími teplotami. **Technický porcelán** se používá na výrobu izolátorů na sloupech vysokého napětí, nádob pro laboratorní účely, hladících válců, zapalovacích svíček automobilů apod. **Užitkový porcelán** známe v podobě talířů, misek, hrnků, uměleckých předmětů apod.

LITERATURA

[1] BRODIL, Jindřich a Jaroslav VRANÝ. *Nauka o materiálu*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1962.

[2] BUCK, Bruce A. Ancient Technology in Contemporary Surgery. *Western Journal of Medicine*. 1982, roč. 136, č. 3, s. 265-269. Dostupné z: http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1273673/

[3] České mince. *Česká národní banka* [online]. 2003 [cit. 2013-07-29]. Dostupné z: http://www.cnb.cz/cs/platidla/mince/animace.html

[4] DOBROVOLNÝ, Bohumil. *Základy techniky*. Praha: Nakladatelství Josef Hokr.

[5] HAWKES, Nigel. *Jak se to dělá?*. Vyd. 1. Překlad Daniel Anýž. Praha: Reader's Digest Výběr, 1996, 447 s. ISBN 80-902-0691-3.

[6] HLADÍKOVÁ-MILLEROVÁ, Anna. *Modelování z hlíny a jiných výtvarných hmot*. Praha: SPN, 1963.

[7] HONZÍKOVÁ, Jarmila. *Materiály pro pracovní činnosti na 1. stupni ZŠ*. 1. vyd. V Plzni: Západočeská univerzita, 2006, 115 s. ISBN 80-704-3453-8.

[8] MINÁŘ, Marek. *Řezbářství*. 1. vyd. Praha: Grada, 2005. ISBN 978-802-4707-433.

[9] Moosgummii. *Ruey Lung Rubber* [online]. 2013 [cit. 2013-07-18]. Dostupné z: http://www.rueylung.com.tw/home/site_index/Moosgummi.

[10] PESCHEL, Peter. *Dřevařská příručka: tabulky, technické údaje*. Praha: Sobotáles, 2002, 318 s. ISBN 80-859-2084-0.

[11] POK, Josef. *Technologie dřeva*. Praha: SPN, 1960.

[12] PŘIBYL, Lukáš. Hutnění železa v době laténské. *Keltové* [online]. [cit. 2013-06-12]. Dostupné z: http://www.keltove.cz/view.php?cisloclanku=2011020001.

[13] Dentakryl® technický. *SpofaDental* [online]. 2011 [cit. 2013-07-29]. Dostupné z: http://www.spofadental.com/CZ/produkty/technicke-materialy/metylmetakrylatova-lici-pryskyrice/dentacryl-technicky/productfamily/Dentacryl

[14] STAEDTLER FIMO: The history. *Staedler* [online]. [cit. 2012-10-08]. Dostupné z: http://fimo.com/FIMO_history?ActiveID=136842.

[15] STANČÍK, Ladislav a Josef DLASK. *Technické práce*. 1. vyd. Ústí nad Labem: Pedagogická fakulta, 1989, 170 s. Učební texty vys. škol. ISBN 80-704-4006-6.

[16] Surgeon use for obsidian scalpel blades. *Obsidian scalpel* [online]. 2012 [cit. 2013-07-26]. Dostupné z: http://obsidian-scalpel.blogspot.cz/2012/12/surgeon-use-for-obsidian-scalpel-blades.html.

[17] SZÁSZ, Tibor. *Pracujeme se dřevem jen s dobrými nástroji*. 1. vyd. Překlad Elemír Šulán. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1991, 194 s. ISBN 80-030-0237-0.

[18] ŠKODA, Eduard a Helena ŠKODOVÁ. *Už vím proč*. Praha: Albatros, 1979.

[19] VEČEŘA, Zdeněk. *Chemie pro všechny*. Vyd. 1. Praha: SNTL – Nakladatelství technické literatury, 1990, 651 s. ISBN 80-030-0500-0.

SEZNAM VYOBRAZENÍ

Obr. 1 Dělení technických materiálů ..... zdroj: autor;
Obr. 2 Krystalická struktura železa, diamantu a tuhy ... zdroj: autor;
Obr. 3 Druhy zjišťovaných pevností ..... zdroj: autor;
Obr. 4 Graf vzájemné závislosti působící síly a deformace zdroj: autor;
Obr. 5 Noha gekona – inspirace bioniků ..... zdroj: WRIGHT, Lisa. Reptile Weekend. Off the Beaten Path [online]. 2012 [cit. 2013-07-26]. Dostupné z: http://photography-vlm.blogspot.cz/2012_03_01_archive.html;
Obr. 6 Detail lepící pásky bez lepidla ..... zdroj: Gecko – Super Power Glue. NATIONAL SCIENCE AND TECHNOLOGY DEVELOPMENT AGENCY. *Sirindhorn Science Home* [online]. 2010 [cit. 2013-07-26]. Dostupné z: http://www.nstda.or.th/ssh/activities/virtual_exhibition/2553/ExhibitionZone1/page7.html;
Obr. 7 Historická pec se zahloubenou nístějí ..... zdroj: autor;
Obr. 8 Vysoká pec ..... zdroj: autor;
Obr. 9 Hnědel, krevel a magnetovec ..... zdroj: autor;
Obr. 10 Koks ..... zdroj: autor;
Obr. 11 Struska ..... zdroj: autor;
Obr. 12 Konvertor ..... zdroj: autor;
Obr. 13 Kuplovna ..... zdroj: autor;
Obr. 14 Litinový most přes řeku Severn ..... zdroj: The Iron Bridge. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001- [cit. 2013-07-13]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/The_Iron_Bridge;
Obr. 15 Ocel ..... zdroj: autor;
Obr. 16 Kalený pilový list ..... zdroj: autor;
Obr. 17 Měděný kotlík ..... zdroj: Servírovací gulášový kotlík měděný 0,8 l. *Sekundové stany.cz* [online]. 2010 [cit. 2013-07-14]. Dostupné z: http://www.sekundovestany.cz/www-sekundovestany-cz/eshop/13-1-GULASOVE-KOTLIKY/76-2-SERVIROVACI-NADOBY/5/1010-servirovaci-gulasovy--kotlik-medeny-0-8-l;
Obr. 18 Mosazný drát a plech ..... zdroj: autor;
Obr. 19 Bauxit ..... zdroj: autor;
Obr. 20 Hliníkové ešusy ..... zdroj: Ešus hliníkový. *Domácí potřeby* [online]. 2011 [cit. 2013-07-29]. Dostupné z: http://www.domacipotreby.cz/esus-hlinikovy-3-dilny-vojensky---pevny-6809.html;
Obr. 21 Olovo ..... zdroj: autor;
Obr. 22 Cínový suvenýr..... zdroj: autor;
Obr. 23 Nikl a poniklované mince ..... zdroj: autor;
Obr. 24 Zinek a pozinkovaný plech ..... zdroj: autor;
Obr. 25 Titanové hodinky ..... zdroj: autor;
Obr. 26 Závislost barvy zlata na přidaných kovech ..... zdroj: autor;
Obr. 27 Exotické dřeviny – Eben, Padouk a Balza ..... zdroj: autor;
Obr. 28 Nosnost trámů o rovnoplochém průřezu ..... zdroj: autor;
Obr. 29 Pilařské polotovary a jejich názvosloví ..... zdroj: autor;
Obr. 30 Borcení dřeva ..... zdroj: autor;
Obr. 31 Dýhy (navrchu kořenicová) ..... zdroj: autor;
Obr. 32 Překližka ..... zdroj: autor;
Obr. 33 Laťovka ..... zdroj: autor;
Obr. 34 Dřevotřísková deska – DTD-L..... zdroj: autor;
Obr. 35 OSB deska..... zdroj: autor;
Obr. 36 Hobra ..... zdroj: autor;
Obr. 37 Základní řezy dřevem ..... zdroj: autor;
Obr. 38 Struktura dřeva..... zdroj: autor;
Obr. 39 Rozdělení dřevin ..... zdroj: autor;
Obr. 40 Smrkové dřevo ..... zdroj: autor;
Obr. 41 Borové dřevo ..... zdroj: autor;
Obr. 42 Bukové dřevo ..... zdroj: autor;

Obr. 43 Dubové dřevo ..... zdroj: autor;
Obr. 44 Polymerace, vytvoření polyetylenu ..... zdroj: autor;
Obr. 45 Polyadice, vznik polyesteru ..... zdroj: autor;
Obr. 46 Polykondenzace, vznik polyuretanu ..... zdroj: autor;
Obr. 47 Polyetylen ..... zdroj: Pěnové a laminované sáčky. *T&M Pack* [online]. 2012 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://tmpack.cz/produkty/
Obr. 48 Polypropylenové lano ..... zdroj: autor;
Obr. 49 PVC ..... zdroj: autor;
Obr. 50 Polystyren pěnový a extrudovaný ..... zdroj: autor;
Obr. 51 Polymetylmetakrylát ..... zdroj: autor;
Obr. 52 Polyamidová ozubená kola ..... zdroj: Nylon Gear. *Alibaba* [online]. 1999, 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.alibaba.com/product-gs/485640869/MC_Nylon_gear.html
Obr. 53 Bakelitová kasička ..... zdroj: autor;
Obr. 54 Sklolaminátový kajak ..... zdroj: Wda Kajak 2005 Szumyk. SZUMSKI, Bartek. *Wikipedia Commons* [online]. 2005 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Wda_Kajak_2005_Szumyk.jpg?uselang=cs
Obr. 55 Pěnový PUR, neměkčený a měkčený ..... zdroj: autor;
Obr. 56 Výrobek z keramické hlíny ..... zdroj: autor;
Obr. 57 Plastelína ..... zdroj: Plastelína. *Rooster Hill* [online]. 2011 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://rooster-hill.blogspot.cz/2011/09/plastelina-dalsi.html
Obr. 58 Výrobky z hmoty Fimo ..... zdroj: autor;
Obr. 59 Jímání latexu..... zdroj: Latex-production. NAP, Jan-Pieter. *Wikipedia: The Free Encyklopedia* [online]. 2005 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/File:Latex-production.jpg
Obr. 60 Model a sádrový odlitek ..... zdroj: autor;
Obr. 61 Bavlník ..... zdroj: Bavlna. *4ever* [online]. 2005, 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://obrazky.4ever.sk/priroda/rastliny/bavlna-169132
Obr. 62 Bavlněná vlákna ..... zdroj: GRABMÜLLEROVÁ, Jana. Bavlněná vlákna. Technická univerzita v Liberci: *Katedra textilních materiálů* [online]. 2005 [cit. 2013-07-28]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/bavlna
Obr. 63 Len ..... zdroj: *How To Grow Flax* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.purityseedsusa.com/blog/how-to-grow-flax/
Obr. 64 Lněná vlákna ..... zdroj: GRABMÜLLEROVÁ, Jana. Lněná vlákna. Technická univerzita v Liberci: *Katedra textilních materiálů* [online]. 2005 [cit. 2013-07-28]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/len
Obr. 65 Kapok ..... zdroj: Kapok fruit, before and after opening. LABAR, Martin. *Fotonauts* [online]. 2008, 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.fotopedia.com/items/flickr-2094506269
Obr. 66 Konopné lano ..... zdroj: Konopné lano. *Historické tržiště* [online]. 2005, 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.lh-shop.cz/index.php?page=shop.product_details&flypage=trh_flypage.tpl&product_id=2430&category_id=88&option=com_virtuemart&Itemid=5&lang=cs&vmcchk=1&Itemid=5
Obr. 67 Jutová tkanina ..... zdroj: Jutová tkanina. *ZRZ* [online]. 2006, 2011 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.ozrz.cz/de/catalog/article-id15
Obr. 68 Sisalový motouz ..... zdroj: autor;
Obr. 69 Klobouk z manilského konopí..... zdroj: Abaca. *Encyclopedie de la langue francaise* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.encyclopedie-universelle.com/abaca6.html
Obr. 70 Kokosová výplň matrace ..... zdroj: Coco Mat. *RockaBye Organic* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.rockabyeorganics.com/coco-mat-organic-crib-mattress-by-natural-mat/
Obr. 71 Housenka bource morušového ..... zdroj: Silkworm. WHITE, Cliford. *Flickr* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.flickr.com/photos/guojerry/7267496528/
Obr. 72 Ovčí rouno ..... zdroj: autor;
Obr. 73 Hedvábná tkanina ..... zdroj: autor;
Obr. 74 Vlněná vlákna ..... zdroj: GRABMÜLLEROVÁ, Jana. Vlna. Technická univerzita v Liberci: *Katedra textilních materiálů* [online]. 2005 [cit. 2013-07-28]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/vlna

Obr. 75 Šály z pašmíny ..... zdroj: Pashmina. *Wikipedia: The Free Encyclopedia* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/Pashmina
Obr. 76 Použití koňských žíní v matraci ..... zdroj: Kvalitní matrace a postele. *Přírodní matrace* [online]. 2010 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.prirodni-matrace.cz/
Obr. 77 Azbestová vlákna ..... zdroj: Azbestová textilní vlákna. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Azbestov%C3%A1_textiln%C3%AD_vl%C3%A1kna
Obr. 78 Viskóza ..... zdroj: Stretchable dyed rayon viscose thin jersey fabric. *Shaoxing ZHUHONG* [online]. 2012 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.cottons-fabric.com/sell-stretchable_dyed_rayon_viscose_thin_jersey_fabric-60797.html
Obr. 79 Polyamidová vlákna ..... zdroj: GRABMÜLLEROVÁ, Jana. Polyamidová vlákna. Technická univerzita v Liberci: *Katedra textilních materiálů* [online]. 2005 [cit. 2013-07-28]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/polyamid
Obr. 80 Polyamidové punčochy ..... zdroj: Punčochy od Henryho Hollanda. *The Nika Fashion* [online]. 2011 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://nikoolkaradixp.blog.cz/1104/puncochy-od-henryho--hollanda
Obr. 81 Polyester – duté vlákno ..... zdroj: GRABMÜLLEROVÁ, Jana. Polyesterová vlákna. Technická univerzita v Liberci: *Katedra textilních materiálů* [online]. 2005 [cit. 2013-07-28]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/polyester
Obr. 82 Polyester – kanálkové vlákno ..... zdroj: GRABMÜLLEROVÁ, Jana. Polyesterová vlákna. Technická univerzita v Liberci: *Katedra textilních materiálů* [online]. 2005 [cit. 2013-07-28]. Dostupné z: http://www.ft.tul.cz/depart/ktm/?q=cs/polyester
Obr. 83 Brokát ..... zdroj: autor;
Obr. 84 Skleněná tkanina ..... zdroj: autor;
Obr. 85 Plátnová vazba ..... zdroj: autor;
Obr. 86 Keprová vazba ..... zdroj: autor;
Obr. 87 Atlasová vazba ..... zdroj: autor;
Obr. 88 Plstěný výrobek ..... zdroj: autor;
Obr. 89 Ruční výroba papíru..... zdroj: Už jste někdy vyráběli ruční papír?. *Blesk* [online]. 2001, 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://hobby.blesk.cz/clanek/hobby-jak-na-to/186106/uz-jste--nekdy-vyrabeli-rucni-papir-radime-jak-na-to.html
Obr. 90 Papírenský stroj ..... zdroj: autor;
Obr. 91 Dráha papíru ..... zdroj: autor;
Obr. 92 Formáty papírů řady A..... zdroj: autor;
Obr. 93 Výroba skla ..... zdroj: Glass Production. *Cision* [online]. [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://news.cision.com/tjeckiska-statens-turistbyra/r/glass-production--traditional-czech--craft,c9148670
Obr. 94 Optické sklo ..... zdroj: Diela: Miloš Balgavý. *Galéria Miloša Alexandra Bazovského V Trenčíne* [online]. [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.gmab.sk/fotogaleria-vystavy/diela-milos-balgavy.html?page_id=465
Obr. 95 Bezpečnostní sklo..... zdroj: Blank gelaagd veiligheidsglas. *Glasdiscount* [online]. 2013 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://www.glasdiscount.nl/blank-gelaagd-veiligheidsglas
Obr. 96 Mízdření ..... zdroj: Gerber. *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 2006 [cit. 2013-08-01]. Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Soubor:Gerber.jpg
Obr. 97 Kožený výrobek ..... zdroj: autor;
Obr. 98 Kůra korkového dubu ..... zdroj: autor;

Ústí nad Labem 2013

Název	Technické materiály v primárním a preprimárním vzdělávání
Autor	Mgr. Jan Janovec, Ph.D.
Nakladatel	Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem
Edice	skripta
Rok	2013
Vydání	1. vydání
Náklad	250 ks
Počet stran	78 stran
Tisk a vazba	Tiskárna L.V.Print Uherské Hradiště

ISBN 978-80-7414-596-4

9 788074 145964