Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta - Katedra aplikované fyziky a techniky

Spojovací materiál – historie a současnost

Bakalářská práce

Vedoucí práce: PaedDr. Alena Poláchová, Ph.D.

Autor: Aleš Lang

Anotace

Teoretická část bakalářské práce je zaměřena na historii a současnost vybraného spojovacího materiálu. Na období vzniku prvních prvků spojovacího materiálu, rozvoj masové produkce a sleduje proces normalizace závitu do dnešní doby.

V praktické části jsou prezentovány jednotlivé vybrané druhy spojovacího materiálu, jejich vlastnosti a způsoby použití. Jednotlivé prvky spojovacího materiálu jsou tříděny podle způsobu jejich využití.

Abstract

The theoretical part of the thesis focuses on the history and present selected fasteners. For the period of the first elements of fasteners, the development of mass production and standardization process follows the thread until today.

In the practical part are present selected individual types of fasteners, their properties and uses. Individual elements of fasteners are classified according to the manner of their use.

(sem originál zadaní)

Tímto prohlašuji, že jsem svoji bakalářskou práci vypracoval samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu použité literatury.

Prohlašuji, že v souladu s §47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, archivované pedagogickou fakultou elektronickou cestou ve veřejně přístupné části databáze STAG provozované Jihočeskou univerzitou v Českých Budějovicích na jejich internetových stránkách.

V Horních Slověnicích dne 1. 4. 2012 ……..

Aleš Lang

Poděkování:

Touto formou děkuji vedoucí bakalářské práce PaedDr. Aleně Poláchové Ph.D. za její vedení a cenné rady při tvorbě bakalářské práce.

1 Obsah

ANOTACE 2
1 OBSAH 6
2 ÚVOD 8
3 CÍLE A ÚKOLY BAKALÁŘSKÉ PRÁCE 10
4 CO JE SPOJOVACÍ MATERIÁL 11
5 VÝVOJ SPOJOVACÍHO MATERIÁLU 12
5.1 Počátky spojování materiálů v pravěku 12
5.2 Spojování nosných prvků prvních domů 13
5.3 Metalurgie a první kovové spojovací prvky 13
5.4 Využití prvků spojovacího materiálu v truhlářství 14
5.5 Používání lepidel 16
6 NORMALIZACE 17
6.1 ISO (International Organisation for Standartization) 17
6.2 CEN (The European Committee for Standardisation) 18
6.3 DIN (Deutsches Institut für Normung) 18
6.4 Nové patenty v oblasti spojovacího materiálu 19
7 ŠROUBOVICE A NÁSLEDNÝ VÝVOJ ZÁVITU 20
7.1 Dopad průmyslové revoluce na oblast spojovacího materiálu, první pokusy o normalizaci 20
7.2 Henry Maudslay (1771 – 1831) 21
7.3 Joseph Clement (1779 – 1844) 22
7.4 Joseph Whitworth (1803 – 1887) 23
7.5 Whitworthův závit (BSW) 24
7.6 William Sellers (1824 – 1905) 24
7.7 Zrod prvního metrického standardu pro závity 25
7.8 Sjednocení imperiálních závitových standardů UTS (United Thread Standarts) 27
7.9 ISO standard pro závity 27
7.10 Americké zákony pro spojovací materiál a úřad IFI (Industrial Fasteners Institut) 28
7.11 Spojovací materiál a zákony v Evropské unii 30
8 IDENTIFIKACE, ROZDĚLENÍ A VYUŽITÍ PRVKŮ SPOJOVACÍHO MATERIÁLU 31
8.1 Rozebíratelné spojení 32
8.2 Nerozebíratelné spojení 32
8.3 Rozdělení podle vlastností materiálu spojovacích prvků 32
9 ŠROUBY A MATICE 34
9.1 Šroub 34
9.2 Závit 34
9.3 Jemný a hrubý závit 35
9.4 Tvar šroubu 37
9.5 Vybrané materiály k výrobě šroubů 39
9.6 Matice 39
9.7 Značení hlav šroubů a matic 40
10 VRUTY 41
10.1 Popis vrutu 41
10.2 Použití vrutu 41
10.3 Materiály na výrobu vrutů 42
10.4 Vybrané druhy vrutů 42
11 HMOŽDINKY 43
11.1 Účel použití hmoždinek 43
11.2 Vybrané druhy hmoždinek a kotev 44
12 NÝTY 45
12.1 Tvar a použití nýtů 45
12.2 Trhací nýty 45

13 BEZPEČNOSTNÍ A OCHRANNÉ PRVKY SPOJOVACÍHO MATERIÁLU 47
13.1 Tvar a použití ochranných prvků - podložek 47
13.2 Vybrané druhy podložek: 48
13.3 Nord-Lock 48
13.4 Zabezpečení matic 49
13.5 Závlačky a zástrčky 49
14 LEPIDLA 50
15 HŘEBY A HŘEBÍKY 51
15.1 Druhy hřebíků 51
16 LAMELY, KOLÍKY A VYPRAVOVACÍ LODIČKY 52
17 ZÁVĚR 53
18 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY 54
18.1 Internet: 54
18.2 Obrázky: 55

2 Úvod

Spojovací materiál a jeho různé způsoby použití jsou v dnešním životě běžnou záležitostí. Máme automobily, máme úžasné architektonické stavby, důmyslně vybavené byty, domy a mnoho dalšího. Vývoj a design se neúnavně ženou dál. Ale co by nám zbylo z honby za krásou a výkonem, kdybychom nevěděli, jak pevně a trvale složit věci dohromady.

My, lidé, vidíme pouze celková díla, výsledky, užitečnost a málokdo z nás si všímá detailů, kolik za tím vším je lidské důmyslnosti a znalostí.

To v žádném případě lidem nevyčítám, je to v naší povaze, však sami psychologové zaměřující se na odvětví tvarové psychologie, ve světě známé pod názvem gestalt, mi dají za pravdu, že lidé identifikují vše, co vnímají, nejprve v tvarech a až pak se naše nervová soustava věnuje bližšímu pozorování.

Dalším faktorem ovlivňujícím naše letmé zkoumání věcí je konzum. Společnost v západním světě se orientuje na systém, který raději mění starý tovar za nový, a proto my běžní konzumenti například nezkoumáme, co se rozbilo, ale jdeme a rovnou si obstaráme nový výrobek.

Když někteří dnešní mladí lidé, zejména děti, uslyší výraz spojovací materiál, těžko si dovedou představit, co to slovo vlastně představuje. A když řekneme šroub, hřebík, či vrut, jejich podvědomí si pomyslí „aha“, ale když dotaz konkretizujeme, občas se sami nachytají nad tím, že nedokáží popsat rozdíl mezi vrutem a šroubem.

Pod pojmem spojovací materiál si můžeme představit šrouby, nýty a budeme mít pravdu, ale oblast spojovacího materiálu pokrývá mnohem více prvků. Je to dáno tím, že v dnešní moderní době, kdy má průmysl prakticky neomezené možnosti roste paleta sortimentu i v oblasti spojovacího materiálu.

V rychlém výčtu zahrneme do oblasti spojovacího materiálu šrouby a nýty, vruty, kotvy, svorníky, závitové tyče, bezpečnostní a těsnící kroužky, lepidla. U šroubů nesmíme zapomenout na matice a podložky.

Další možnosti v oblasti spojovacího materiálu přibývají s tím, že každý spojovací prvek může být vyroben z různého materiálu, podle technologem požadovaných vlastností, podle cíle použití. Je to dáno tím, že i spojovací materiál se přizpůsobuje už v procesu plánování výrobku a je vyvíjen až do jeho použití v samotném provedení výrobku. Například pokud se chystáme vyrobit motor automobilu, je nezbytné použít velice pevnou ocel, aby výsledné šrouby zajistily požadovanou bezpečnost i při svých menších rozměrech. Při konstrukci bioplynové elektrárny je zase potřeba spojovacích prvků z chemicky stálého materiálu, protože plyn vznikající ve fermentorech je chemicky velice agresivní.

Dnes je možné díky moderním metalurgickým a petrochemickým postupům vyrobit spojovací materiál téměř z jakéhokoliv materiálu, hlavním omezujícím kritériem je nákladnost výroby. Katalog specializovaného dodavatele spojovacího materiálu běžně obsahuje okolo dvaceti tisíc položek.

Psát o úplně všech prvcích spadajících do oblasti spojovacího materiálu by bylo nad rámec bakalářské práce. Prvky, o kterých se zmiňuji ve své práci, jsem volil já, případně jsem si nechal poradit od svého otce, který se sortimentem spojovacího materiálu pracuje každý den, a poradil mi, na které prvky bych se měl zaměřit.

3 Cíle a úkoly bakalářské práce

Hlavní cíl bakalářské práce

- historie a současnost vybraného spojovacího materiálu

Vedlejší cíle bakalářské práce

- vytvoření panelu s ukázkami vybraného spojovacího materiálu

A. Teoretická část

4 Co je spojovací materiál

Spojovací materiál jsou „všelijaké“ prvky, vyrobené z různých materiálů a různých tvarů, které slouží ke spojení, držení dvou různých částí nějakého výrobku, které by u sebe za normálních okolností nesetrvávaly.

V předchozím odstavci píši „všelijaké“, mám proto odůvodnění. Úkolem spojovacího prvku je držet u sebe dvě různé věci, proto můžeme nazvat třeba žvýkací gumu, která přilepí fotografii na zrcadlo spojovacím prvkem, nebo provázek, který omotáme kolem pasu a zavážeme, je také spojovací prostředek, který drží kalhoty na lidském těle. Ano, jsou to extravagantní příklady, ale zařadil jsem je úmyslně, abych poukázal na to, že jsme omezeni jen naší představivostí a zkušeností.

Mezi obecně známé prvky spojovacího materiálu patří šrouby, které vypadají jako „tyčka“ s vyříznutou „drážkou“ ve tvaru šroubovice na plášti zmíněné tyčky a tyčka je zakončena obvykle širším a větším koncem, který vypadá jako hlava. Ovšem pro korektnost si rovnou povíme, že ta „tyčka“ se správně nazývá dřík, šroubovice se nazývá závitem a hlavička je správně hlava šroubu.

Další známé prvky jsou hřeby, které mají hlavu, plášť jejich dříku je bez závitu a mají špičatý hrot, nebo lepidla, jako jsou původní organické klihy, či nové syntetické sloučeniny, vruty, či nýty.

V následujících podkapitolách projdeme naší historií a podíváme se na různé metody spojování a prvky, které se k tomu účelu používaly.

5 Vývoj spojovacího materiálu

5.1 Počátky spojování materiálů v pravěku

V období prvních lidských nástrojů, v době přibližně od 40 000 do 10 000 let před naším letopočtem, nazývaném mladý paleolit, došlo k prvnímu propojení více materiálů.

Jednalo se o takzvanou čepelovou techniku, která se zakládá na použití ostrého kamene. Používaný kámen se nazývá pazourek a používal se, protože se snadno štípal a jeho lom byl velice ostrý. V začátcích jej naši předkové používali ve formě pěstních klínů, pozdější nálezy ukazují, že ostré pazourky byly připevněny k různým násadám, ať už se jednalo o kosti zvířat, nebo dřevo.

Podle archeologických nálezů bylo upevnění provedeno tak, že se dřevěná násada naštípla, kámen se vložil do místa štípnutí dřeva a dřevo jej vlastní silou pevně sevřelo. Pro zajištění spojení se následně použilo lýko, kterým se spojení pevně ovázalo.

Pazourkový kámen byl vzácnější, než dřevěné násady a proto bylo velice šikovné, že se jednalo o rozebíratelné spojení. Stačilo odvázat lýko, kámen se vyjmul a uložil se do nové násady.

Objev propojení pazourku považuji za zásadní, neboť upevněním pěstního klínu, případně jiného obrobeného kamene na páku násady zjednodušilo používání nástroje. Ať už se jednalo o zhotovení sekery, nebo oštěpu. Jak napadlo pračlověka využít sevření naštípnutého dřeva lze jen hádat.

Obr. 1 Náčrt upevnění kamenné sekery

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [4].

5.2 Spojování nosných prvků prvních domů

V mladší době kamenné, neolitu, přibližně 8 až 4 tisíce let před naším letopočtem se změnil lidský přístup k živobytí. Nejisté získávání potravy z lovu začalo doplňovat rozvíjející se zemědělství. Lidé přestávali kočovat za stády zvěře a usazovali se v místech vhodných pro dlouhodobější obývání.

Předci začali budovat první domy, které byly určeny pro více rodin. Počet obyvatel takového domu se pohyboval okolo 25 lidí. Půdorys domu měl obdélníkový charakter, který měl velice dlouhou stranu. Vědci tyto domy označili přízviskem dlouhé domy.

Dlouhý dům se bud stavěl přímo na zemi, případně se částečně zapustil pod úroveň terénu. Materiály ke stavbě domu byly dřevo, hlína, kámen a traviny. Jednotlivé dřevěné díly domu byly buď upevněny v zemi, nebo se vzájemně do sebe zaklínily v uměle vyhotovených zásecích, případně byly dále k sobě jištěny dřevěným trnem, který se případně zajistil omotáním lýkem.

Podobná technika budování sídel je v dnešní době k vidění u ztracených indiánských kmenů v amazonském pralese, či u dochovaných staveb severoamerických indiánu.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [6].

5.3 Metalurgie a první kovové spojovací prvky

S nástupem doby bronzové, přibližně 3 500 před naším letopočtem vstupují na scénu kovy. Měď, cín a jejich vzájemná slitina, bronz.

Získání a zpracování kovů bylo z počátku velice náročné, a kovu se využívalo k ozdobným účelům a v náboženské symbolice. Postupem času došlo k používání kovu k vojenským účelům, tedy výrobě zbraní, které poskytovaly vojenskou výhodu. Až později se produkce kovu rozšířila natolik, že byl použit v běžném životě.

Ozdobné a náboženské výrobky byly většinou různé symboly vytepané do kovové destičky, případně odlité totemy, které se k sobě zavěšovali vzácně na kovový drát, ale častější bylo použití šlach zvířat, či proužků kůže.

Důmyslnější bylo použití kovů při výrobě zbraní a zbroje. Je známo, že lidé na zbraních nikdy nešetřili a lepší výzbroj mnohdy byla otázkou přežití. Výrobci kovových zbraní a zbroje začali používat první nýty, či hřeby.

Kovové prvky mají dvě důležité vlastnosti. Kov je kujný a proto můžeme zhotovit spojovací prvky podle naší potřeby a zároveň je velice pevný, takže udrží i větší břemena. Rozšíření kovu a první výrobu hřebů a háků považuji za opravdový počátek oblasti spojovacího materiálu.

S postupným rozšiřováním zpracování kovů se začalo využívat kovových prvků v běžném životě. Objevují se první hřeby, nýty, tesařské spony. V moderní době lze spojovat kovy více způsoby, například svářením, pájením, případně jemným opracováním povrchu až k sobě přiložené kovové časti, jsou u sebe samy přidržovány.

Nejdůležitějším způsobem spojení kovů, ale nejen kovů, je použití kovu při tvorbě prvků spojovacího materiálu se závitem.

Závit se vyřezává a to ručně, pomocí závitníků, nebo na strojích, soustruhy. Závit lze vyfrézovat, nebo válcovat.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [13].

5.4 Využití prvků spojovacího materiálu v truhlářství

Před nástupem petrochemického průmyslu, měli naši předkové k dispozici jen materiály volně dosažitelné v přírodě. Patřilo mezi ně dřevo, kámen, hlína, kov, kůže a tkaniny. Z těchto materiálů vyráběli vše, co je obklopovalo, od staveb až po výrobky pro běžný život. S vývojem společnosti lidí, byly výrobky důmyslnější, což vedlo k lepším možnostem zpracování materiálů, takže civilizace pokračovala směrem kupředu.

Používání dřeva bylo velice rozšířené nejenom s ohledem k obnovitelnosti lesů, ale dřevo je také snadno opracovatelné a tvárné při pracovních úkonech, jako je řezání, štípání, ohýbání. Ze dřeva se vyráběl veškerý nábytek a řemeslo se nazývá truhlařina.

Prvním způsobem spojování dřeva bylo přiložení jednotlivých kusů dřeva k sobě a místo spoje bylo omotáno lýkem. Takové spojení je rozebíratelné a využívali jej naši předci při stavbě prvních obydlí a zbraní.

S příchodem kovů se začalo v truhlařině ke spojování jednotlivých dřevěných dílů využívat hřebů. Hřeb je pevný kovový drát, případně tenká kovová tyčka opatřena zploštěním na jedné straně a hrotem na straně druhé.

Podobné hřebům jsou takzvané sponky. Aplikují se stejně, jako hřeby, tj. zatlučením do dřeva, ale jejich tvar je obdélníkový, bez jedné strany. V tesařině se větší prvek stejného tvaru nazýval kramle.

Dalším způsobem spojování, který používali truhláři a používají i dnes jsou dřevěné vazby. Pro jednoduchost si představme dvě prkna, která chceme k sobě spojit, abychom prodloužili délku. Na čele každého prkna truhlář provedl buď řezem, nebo dlabáním polovinu zámkového spoje, který má do sebe zapadat. Například ve spojení na péro je tvar zvolen tak, aby nemohlo dojít k rozpojení tahem, kde tvar péra je lichoběžný s delší základnou lichoběžníku zasazené do drážky v druhém prkně. Takové spojení mohlo být ještě zajištěno lepidlem.

Dalším prvkem spojovacího materiálu jsou dřevěné kolíčky, které se z jedné poloviny zapustí do vyvrtaného otvoru, v jedné dřevěné části a druhá polovina se zapustí do druhé dřevěné části. Takový spoj není vidět oproti hřebům a je rozebíratelný. S postupem času se začal tento postup nazývat lamelování. V dnešní době se už nepoužívají jen dřevěné kolíčky, ale spojovací prvky různých a dobře volených tvarů, které jsou zapuštěny do děr ve dřevě vytvořených lamelováními frézkami.

Výroba ze dřeva byla dlouho nenahraditelná až do objevu umělých hmot. Umělé polymerní materiály jsou lehčí, tvárné, odolnější a proto nastoupily na trh se spotřebním zbožím, jako je například nábytek. Co se týče změn ve spojování dřevěných materiálů, došlo k rozšíření syntetických lepidel, technika spojování čepy zůstává prakticky nepozměněna.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [8].

5.5 Používání lepidel

Pro spojování se používala také lepidla, či materiály, které byly schopné po vytvrdnutí držet tvar. Mezi první lepidla, která se používala, byl jíl, případně hlína. Hlína je směs jílových minerálů a jemných částic písku.

Staří Egypťané používali ke vzduchotěsnému zalepování nádob pro orgány zemřelých a mumifikovaných, takzvaných kanop, směs tvořenou vaječným bílkem a medem. Med dodal správnou vazkost lepící hmoty a vaječná bílkovina vysycháním ztvrdla na kámen.

Ve středověku se s rozvíjející se truhlařinou objevuje klíh. Klíh se vařil ze živočišných zbytků, kostí a kůží. Využívá se ještě dnes, ale už je vytlačován umělými klihy.

S rozvojem chemického průmyslu od 19. století se objevují umělé pryskyřice a další látky, jichž se využívá, jako lepidel.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [8 a 9].

6 Normalizace

Dnes v době globalizace a rozvinuté produkce je v zájmu států, aby jejich produkty byly bezpečné a obchodovatelné. Každý stát zavedl nařízení, které mají na starost ohlídání všech požadavků.

Normalizace je proces, kdy se určí jednotné charakteristické rysy pro určitý obor, výrobek, provedení, materiál a ty rysy jsou dodržovány. Jde o nespornou výhodu, protože se udržuje nejenom kvalita výrobků, ale náročnost na skladování zásob klesá a při výpadku dodavatele je možnost snadné náhrady jiným.

Normalizace je popsána nařízeními, oficiálně nazývanými norma, či normy. Normy jsou vydávány státním úřadem, konkrétně u nás v české republice je to Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví. Normy jsou sebrány a uříděny ve sbornících technické harmonizace.

I námi běžně používané spojovací prvky jsou standardizovány. Technická norma podle definice: stanovuje přesně požadované vlastnosti, provedení, tvar nebo uspořádání opakujících se předmětů.

Normy jsou tedy státní úrovně, ale i kontinentální a světové. Česká norma má zkratku ČSN, evropská norma CEN a světové normy jsou uvedeny pod zkratkou ISO.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [5, 10].

6.1 ISO (International Organisation for Standartization)

ISO je celosvětový mezinárodní koordinační orgán. Jeho cílem je vnést pořádek a jednotu do rozdílů v národních normách. Organizace ISO usiluje o úplnou schopnost zaměnit libovolné typově stejné produkty na celém světě. Na obr. je oficiální logo organizace ISO.

Prvně do problematiky spojovacího materiálu zasáhla organizace ISO roku 1984 vydáním příručky Recueil de Normes ISO 18 „Elements de fixation et filetages“. Tato příručka se stala základním kamenem procesu unifikace průmyslu celého západního světa. Zmiňuji západního světa, protože Asie byla teprve v rozpuku své ekonomiky (Čína, Indie a

Asijští tygři: Singapur, Jižní Korea, Hong Kong, Tajvan) a jejich průmysl začal přecházet na standarty ISO až s rostoucím vývozem do západních trhů světa.

Zajímavostí je, že ISO zkratka není původem z anglického jazyka, ale je odvozena od řeckého slova isos (stejný).

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [5].

6.2 CEN (The European Committee for Standardisation)

Před tím, než zcela vzala proces unifikace do své režie nadnárodní organizace ISO, existovalo v Evropě uskupení ekonomik, které si při vzájemné spolupráci, stanovily společné podmínky.

Státy EHS (Evropského hospodářského společenství = EHS), v současnosti známé jako Evropská unie, v rámci volné obchodní zóny a snahy sjednotit svoje národní standardy se dohodly na založení společného orgánu CEN.

Institut CEN vzal dosavadní neseskupená ujednání standardů od vzniku EHS (1953) a vydal je v publikaci roku 1990. Od roku 1993, tedy od roku vzniku Evropské unie, podléhá úřad CEN při přípravě pokynů členským státům organizaci ISO.

To bylo zakotveno v unijní smlouvě a pro výrobky, které ještě nejsou standardizované ve věstnících vydávaných ISO, vytváří vlastní evropské normy.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [10].

6.3 DIN (Deutsches Institut für Normung)

DIN je označení německých státních norem. Standarty DIN zmiňuji, protože jsou velice populární v celé Evropě a to díky tomu, že Německo je průmyslová velmoc a němečtí technici mají standardy zpracované do nejmenších detailů, a tak některé státy, např. Rakousko, Holandsko, či Švýcarsko ustoupili od nákladného vypracování a vydávání vlastních standardů. Raději přešli na německé katalogy DIN.

Nesmím zapomenout zmínit, že kvůli nejasnostem při zavádění ISO standardů v devadesátých letech v Německu, se tamní průmyslové odvětví rozhodlo, že ISO normy boudou přijaty, jen pokud budou mít alternativu v DIN a postupem času, až vše bude zaběhnuté, se od původních národních norem upustí.

Německé DIN jsou v odborné veřejnosti silně zakořeněny a mnoho lidí je stále preferuje oproti standardům ISO, ačkoliv se jejich vydání již téměř neaktualizují. Zde je vidět, jakou mají kvalitní věci trvanlivost a i podle mého skromného názoru bylo dobře, že se muselo ISO spíše odvodit od DIN a ne naopak.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [10].

6.4 Nové patenty v oblasti spojovacího materiálu

Jak bylo zmíněno, hlavním cílem normalizace je určovat bezpečnost a kvalitu produkovaných výrobků, ale v žádném případě nebrání soutěží mezi producenty v inovaci a vývoji úplně nových druhů spojovacích prvků.

V patentových dokumentech, které byly zveřejněny v nedávné době, lze najít velice užitečné a praktické novinky, jako jsou vruty s upraveným stoupáním a řeznou špičkou, které sníží spotřebu energie akumulátorových vrtaček až o 30% při jejich používání, nová ekologicky šetrná lepidla a kotvy, které se rozevřou a zakousnou v díře ve zdi takovým způsobem, že není nutné aplikovat chemické malty.

Na druhou stranu jsou v databázi světových patentů zveřejněny nápady, nad kterými se vznáší otázka, zda budou někdy komerčně využity. Za zmínku stojí hřebíky s hlavičkou ve tvaru sedmikrásek a kopretin, či další patentová přihláška na celulózové šrouby, které jsou vhodné pro dětské stavebnice pro svoji nulovou toxicitu a schopnost částečného natrávení, změknutí a tím snadnějšího opuštění zažívacího traktu dětí, pokud šroubky ze stavebnice sní.

O nové nápady a inovace tedy není nouze, je proto pouze otázkou času, které novinky si najdou své místo a uplatnění v naší společnosti.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [11].

7 Šroubovice a následný vývoj závitu

Vzhledem k nejrozšířenějšímu používání spojovacích prvků se závitem, jsem se rozhodl podrobněji dále rozpracovat historii a vývoj šroubovice do současnosti.

Nápad posuvného pohybu pomocí šroubovice je velice starý. Už národy starověku využívali tento princip k transportu vody. Nejstarší písemné zmínky uvádějí jako tvůrce vylepšeného vodního šroubu řeckého Archiméda.

Obr. 2 Archimedův šroub pro transport vody

Co se týče techniky spojování, se z dávné historie nezachovalo téměř nic. Mohou za to používané materiály hlína a dřevo. Na vině je jejich omezená trvanlivost. Kov se ve všeobecném měřítku v té době příliš nepoužíval, protože zpracování a výroba byly velice nákladné činnosti.

Pokrok v získávání kovů přinesl první fragmenty spojovacích prvků. Zejména ve vojenství, kde se pracovalo s kovem, můžeme nalézt první nýtky a ve stavebnictví hřeby a skoby, ovšem stále se nejednalo o šrouby se závitem.

V průběhu stoletími se využívání kovu stalo běžnou praxí a různé prvky do stavebnictví, vojenství a denní potřeby zajišťovali lokální producenti. Kvalita výrobků byla různá od lokality za lokalitou. Ovlivňovala to technika řemeslníka, kvalita kovu a cíl použití.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [13].

7.1 Dopad průmyslové revoluce na oblast spojovacího materiálu, první pokusy o normalizaci

Velká změna vpřed nastala s příchodem průmyslové revoluce. Po nástupu velkovýroby v manufakturách v 17. a 18. století na severu Itálie a v Anglii se na trh začalo distribuovat velké množství kusů s podobnými atributy.

Produkce lokálního charakteru ustoupila a pro rozvíjející se industrializaci bylo třeba standardizovat spojovací materiál natolik, aby byl kompatibilní u všech odběratelů určité manufaktury.

Příčinnou toho byly první pokusy o sériovou výrobu. Roku 1800 Marc I. Bruner získal kontrakt na výrobu 180 000 kusů kladek pro napínání plachet. Nechal si postavit stroje, které byly schopné vyrábět jednotlivé díly, a dělníci pouze kladky kompletovali. Výroba se velice z efektivnila. viz [13]

Každý výrobce a další firmy vázané na jeho produkci měly své vnitřní předchůdce norem, později zvané podnikové normy. Normy v národním měřítku stále nebyly vymyšlené.

Jakmile v Anglii nastal technický boom, nově příchozí automatizace výrobních postupů a strojová výroba zvýšily produkci nad očekávání. Ačkoliv první stroje byly veliké a nespolehlivé, i tak jejich produkce byla vyšší než z lidské pracovní činnosti.

Vynálezci a konstruktéři začali věnovat svoje úsilí tvorbě spolehlivějších, menších a účinnějších strojů. Vznikl nový obor, strojírenství.

7.2 Henry Maudslay (1771 – 1831)

Prvním z průkopníků oboru strojírenství byl anglický vynálezce nástrojů, strojů, zlepšovatel a průmyslník Henry Maudslay. Uvádím jej zde, protože roku 1800 navrhl soustruh s kluzným ložem.

Obr. 3 Henry Maudslay

Takto vylepšený soustruh byl velice vhodný k vyřezávání závitů. Zejména proto, že umožňoval vyrábět různé rozměry závitů. Před tímto vynálezem existovali stroje, které sice byly schopné vyřezat závit, ale na jeden typ závitu bylo třeba jednoho stroje, což bylo velice nepraktické, kvůli časově dlouhému přenastavení a mnohdy se tovary ze strojů lišily, ač opět vyráběly to samé.

Soustruh s kluzným ložem byl snadno přestavitelný a bylo-li potřeba vrátit se k produkci starších tovarů, byl mnohem přesnější než stávající stroje.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1 a 13].

7.3 Joseph Clement (1779 – 1844)

Další muž, kterého bych rád uvedl, je opět Angličan. Jedná se inženýra a průmyslníka Josepha Clementa. Náplní jeho práce bylo navrhování, vylepšování a stavba samochodných strojů. Byl v úzkém kontaktu s panem Maudslayem, když u něj po nějaký čas pracoval v továrně.

Jako přínos do odvětví spojovacího materiálu, uvádím jeho vedlejší vynález během práce na zdokonalování soustruhu z roku 1828 a tím je vroubkovaný závitník pro vyřezávání závitů.

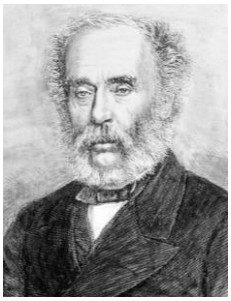
Joseph Clement byl prvním z mužů, který otevřeně hlásal potřebu sjednocení výroby, zejména v oboru náhradních dílů.

Jeho názor byl přijat velice kladně, ale ještě uplynulo dlouhých dvacet sedm let, než se stav věcí změnil k lepšímu.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1].

7.4 Joseph Whitworth (1803 – 1887)

Joseph Whitworth je nejen klíčovou postavou průmyslového rozvoje Anglie 19. století, ale i průkopníkem a vynálezcem, který ovlivnil celý svět.



Obr. 4 Joseph Whitworth

Než se však stal vynálezcem a továrníkem, byl učedníkem a spolupracovníkem Josepha Clementa ve firmě Henry Maudslaye. Podle zapsaných pamětí jeho kolegů byl velice nadaný, pečlivý a šikovný technik.

Rozvíjel technickou perokresbu a byl to on, kdo navrhl, aby se používalo jednotného formátu papíru a modrého inkoustu, pro oficiální výkresy.

Pro přesné výkresy na úrovni, bylo potřeba sofistikovaných pomůcek, to ovšem nebyl problém pro člověka takového potenciálu a přizpůsobil si měřící pomůcky, včetně rýsovacího stolu s přesnou vybroušenou deskou. Aby technika a postup u kreslení technických materiálu byl pochopitelný pro jeho kolegy a žáky sepsal metodologické příručky, jak správně vést technický výkres. Bez rozpaků můžu říci, že položil pevné základy strojařství, tak jej dnes vnímáme.

Na popud myšlenky svého kolegy a učitele Josepha Clementa, který žádal unifikaci v průmyslu, zejména tvorbu shodných náhradních dílů, věnoval svoji energii definování pevně stanovených rozměrů a tvarů. To se týkalo i závitové šroubovice.

Vzhledem k preciznosti a propracovanosti jeho technického kreslení, byla jeho práce přijata královskými úřady, veřejnosti a kolegy přijata velice kladně a netrvalo dlouho, než se jeho dílo stalo prvními oficiálními standardy.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1 a 2].

7.5 Whitworthův závit (BSW)

Whitworthův závit byl odborné veřejnosti představen roku 1841 a velice brzy se jeho standardizace rozšířila. Bylo to díky tomu, že jej přijala Královská železnice, která zastávala jedno z vedoucích míst v anglickém průmyslu. Tím se otevřela cesta do dalších sektorů národního průmyslu.

Díky Anglické koloniální vládě a vlivu se Whitworthova standardizace rozšířila také ve světě. Jedním příkladem hovořícím za vše bylo vypuknutí konfliktu v koloniálních vodách u jižní Afriky. Královské námořnictvo nutně potřebovalo 28 nových bojových lodí. Pokud by zakázku zadali jedné firmě, zbrojení by trvalo příliš dlouho, proto se přikročilo k detailnímu rozkreslení plánů a rozdělení výroby paralelně tak, že velké podniky dostali každý zakázku po jedné lodi. Do 3 měsíců byla nová úderná flotila dostavěna a Angličané přečíslili Holanďany operující u pobřeží v Guinejském zálivu.

Sám J. Whithworth prohlásil: *„Jsem velice hrdý, že moje dílo pomůže mnoha lidem usnadnit práci a ušetřit peníze. Ale to hlavní pro mne je, že naše Království, které je nositelem civilizace do celého světa, bude ještě silnější díky narůstající průmyslové výrobě.“* [2]

Rozměry závitu a následné odpočty jsou provedeny v anglické imperiální jednotkové soustavě. Vrcholový úhel vnitřního závitu svírá 55 °, hloubka závitu „d“ je 0,640327 palce, závit má kulatý profil.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1, 2].

7.6 William Sellers (1824 – 1905)

Roku 1864 strojní inženýr a průmyslník William Sellers předložil americkému industriálnímu Franklinovu institutu inovativní návrh.

Navrhl standardní technické řešení závitu, který by celému americkému průmyslu usnadnil spolupráci, jak už se obdobně stalo ve Velké Británii.

Za vzor mu posloužil Whitworthův závit, který poupravil. První úprava je okem viditelná a týká se hřbetu závitu, který už není dokulata, ale má špičku sraženou.

To odůvodnil snazším průběhem šroubování do matice, aniž by byla narušena kvalita spoje. Další rozdíl, který od oka poznáme velice těžko, je změna vrcholového úhlu závitu. Vrcholový úhel byl změněn z 55° na 60°.

Pracovníci institutu, ale i ostatní američtí kolegové, měli k jeho návrhu spousty připomínek. Zejména zmiňovali nákladnost celého procesu transformace, ale nebáli se jít do takových extrémů, kdy tvrdohlavě odmítali návrh, už jen kvůli tomu, že pochází z Velké Británie, která nebyla mezi svobodnými Američany příliš v oblibě.

Řeč peněz, která je stejně osudná, jako inovativní, tentokrát rozhodla pro Sellersův návrh, když zasedání kongresu ve Washingtonu se usneslo, že je třeba si zvolit národní standard pro státní zakázky. Jak je známo, největším investorem pro soukromý sektor je stát, netrvalo dlouho a americký průmysl aplikoval svojí první normu do praxe.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1].

7.7 Zrod prvního metrického standardu pro závity

Situace v Evropě byla diametrálně odlišná. První příčina byla evropská různorodost, pokud bychom vzali rozlohu Evropy, vydělili ji počtem států, knížectví a autonomních území té doby, došli bychom k nejvyšší hustotě státu na rozlohu.

Z dějepisu známe, že vztah mezi kontinentální Evropou a Velkou Británií nebyl přátelský, tím pádem pravděpodobnost rozšíření a přežití britského standardu byla nemožná.

Americký Sellersův standard nepřipadal také v úvahu, ačkoliv obchodní vztahy se zámořím byly více než čilé. Problém byla americká jednotková míra, která byla podobná britské a nebyla v Evropě populární.

Francie se snažila o určité normalizování Evropy, ale finanční náročnost a nechuť spolupracovat vystavily tomuto plánu stop. Změna přišla při velkém zasedání vědecké evropské společnosti roku 1898 v Curychu.

Byla zavedena oficiální světová jednotková soustava MKS: metr – kilogram – sekunda, která byla roku 1960 nahrazena doposud platnou soustavou SI. A k takové

příležitosti byla započata i debata o výrobních standardech, neboť německý loket (jednotka délky) byl jinak dlouhý než francouzský loket a pokud se potkaly produkty vyrobené v takto rozdílných podmínkách, byly často nekompatibilní.

Jednání v Curychu bylo světového formátu, a proto bylo zástupcům Anglie navrhnuto projednání národních norem. Ti to ale smetli ze stolu, že je to nesmyslný plán s krátkou životností a nehodlali vynakládat peníze na transformaci svého prosperujícího průmyslu. Anglie byla v té době největší koloniální velmocí na světě a bez kontinentálních trhů se obešla.

Spojené státy zaujali podobné stanovisko. Sice neměly toliko koloniálního území, ale vzhledem ke své velikosti a nerostnému bohatství se bez trhů v Evropě obešly.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1].

7.8 Sjednocení imperiálních závitových standardů UTS (United Thread Standarts)

Dalším milníkem, který otřásl problematikou závitů, byla válka. Respektive dvě války. Velká světová válka, později přejmenovaná na První světovou válku a Druhá světová válka.

Rozložení sil vypadalo následujíc. Za mocnosti Dohody to byly Velká Británie, Carské Rusko, Francie a po událostech s potopením civilního parníku roku 1917 i Spojené Státy Americké. Ústřední mocnostmi byly Německo a Rakousko – Uhersko.

Německý a rakouský (píši zkráceně) průmysl již byl na metrickém ustanovení norem, což ve válečné výrobě znamenalo, že náhradní díly z jakékoliv továrny do sebe pasovaly. Oproti tomu u Dohody byly veliké komplikace mezi francouzským metrickým systémem, anglickým standardem – Withwotrhem (BSW) a americkým „sellersem“. Komplikace se projevili zejména ve válečné materiální pomoci, kdy náhradní díly byly nepoužitelné, nebo se museli věnovat drahocenné kapacity na jejich úpravu.

Po ukončení První velké války se však vše vrátilo do starých kolejí, protože nebyly finance a zdroje k unifikaci ekonomik oslabených válkou.

Naneštěstí vypukla o dvě desetiletí později Druhá světová válka a opět došlo k totožné situaci. Zámořští spojenci a Velká Británie naráželi stejné na technické problémy, které byly následkem odlišnosti jejich standardů.

Po opakované neblahé zkušenosti se zástupci USA, Kanady a Velké Británie setkali roku 1949 ve Washingtonu. Na zasedání definovali a přijali nový standard UTS – United Thread Standard. UTS zavedli všechny významné státy používající imperiální jednotkový systém.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [1, 10].

7.9 ISO standard pro závity

Roku 1960 bylo usneseno zavedení mezinárodně uznávaných jednotných veličin, známých pod zkratkou SI. V soustavě SI figurují desítkové převody jednotek vyjma času.

Přijmutím formátu veličin SI se otevřely dveře pro globální ustanovení veličin v oboru průmyslnictví. Nadstavba na již zavedený metrický závit v kontinentální Evropě byla jednoduše pojmenovaná zkratkou organizace zajišťující světové sjednocování ISO.

Velká Británie byla nucena přistoupit na nové oficiální znění fyzikálních veličin, protože britský průmysl byl silně vázán na evropské trhy, takže se odklonila od standardu UTS. O povaze Britů je známo, že jsou tradicionalističtí a neradi mění své zvyklosti, proto se změna z imperiálních jednotek na metrické týkala těch nejnutnějších oborů a třeba v potravinářství se setrvalo u původního dělení (libra, pinta, palec).

Kanada a Spojené státy se ocitly v o trošku jiné situaci. Vzhledem k jejich velikosti, průmyslovému potenciálu a strategickým zásobám přistoupili k novému mezinárodnímu standardu specificky. Jejich ekonomika v 80. a 90. letech minulého století byla orientována na domácí trhy a vývoz. Pro vývoz upravili Američané svůj standart UTS, tak aby byl snadno dopočitatelný na ISO, ale vlastní trhy zůstaly u zavedeného systému.

Transformace na globálně unifikované standardy probíhala za oceánem oproti Velké Británii velice pozvolna, přirozenou modernizací a s novými obchody.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [5].

7.10 Americké zákony pro spojovací materiál a úřad IFI (Industrial Fasteners Institut)

Ještě samého roku 1960, kdy vešla v platnost nová jednotková soustava SI, prezident Spojených států Amerických George Bush starší podepsal zákon nesoucí název Fastener Quality Act, v českém překladu: zákon o kvalitě spojovacího materiálu.

Zákon obsahoval tři hlavní požadavky.

Prvním požadavkem bylo zajištění určité úrovně zhotovení výrobku, jednotné specifikace a uvedení informací v parametrech společných pro všechny továrny dodávající na trh Spojených států.

Druhý požadavek ustanovil vznik nezávislých zkušebních laboratoří, specializujících se na kontrolu spojovacího materiálu, které následně poskytovali certifikáty kvality, platné nejenom pro domácí trhy.

Posledním z hlavních požadavků, bylo svěření pravomocí laboratořím, pro nezávislé přezkoumávání vydaných certifikátů, průběžné kontroly produkce a dovozu Amerických firem.

Ve světě kapitalismu jsou zisky na prvním místě a Spojené státy nejsou výjimkou, proto se musel roku 1999 na podnět iniciativy sdružení IFI, v překladu komora výrobců spojovacího materiálu (více v dalším hesle), zákon novelizovat, protože jeho přísná kritéria začali obcházet zejména překupníci a dovozci z Asie.

Jejich strategie vedená ve Spojených státech, zahrnovala produkci na území USA v malém % výroby, zbytek materiálu se dovážel ze zahraničí. Na vyrobený sortiment v USA byly vystaveny certifikáty, které zaštitovaly celý holding, to znamená firmy pro vývoz, dovoz a montáže. Dnes již novelizovaný zákon zabraňuje nekalým praktikám.

Rostoucí tlak, který vytvořila světová konkurence v severní části Ameriky, vedla iniciativu na vytvoření komory výrobců spojovacího materiálu, pod zkratkou IFI z prvních písmen slov v původním jazyce (Industrial Fasteners Institut).

Hlavním cílem organizace IFI je chránit nejenom domácí trhy, které ohrožuje čínská výroba nevyrovnané kvality a znatelně nižší ceny.

Organizace IFI zaštituje výrobce a obchodníky všech velikostí. Obchodní řetězce, maloobchodníci a koncerny komunikují za pomoci IFI s producenty, ale IFI také aktivně vyhledává pro spolupracující producenty nové odběratele.

Podle průzkumné zprávy stavu průmyslu zabývajícího se spojovacím materiálem z roku 2011, bylo na konci roku 2010 v USA a Kanadě kolem 937 výrobců, kteří zaměstnávali okolo 42 000 zaměstnanců, a roční obrat v odvětví spojovacího materiálu byl 11,09 miliardy amerických dolarů.

V této kapitole bylo čerpáno ze zdrojů uvedených v seznamu použité literatury [7, 12].

7.11 Spojovací materiál a zákony v Evropské unii

Tlak asijské produkce doléhá i na starý kontinent. Evropská unie v roce 2010 uvalila clo na dovoz čínského spojovacího materiálu. Události a jejich vývoj k tomu předcházející nejsou tolik podstatné, řekněme si pouze, že se problém objevil po propadu cen oceli na trzích, kdy čínská produkce uvedla do problému většinu evropských hutních firem.

Produkčně a odběratelsky důležité státy jsou organizovány pod evropským parlamentem, takže strategie a požadavky na spojovací materiál byly definovány a uvedeny v platnost rychle.

Kromě restrikcí z ekonomických důvodů znamená společný postup změnu v požadavcích na kvalitu materiálu z ekologického hlediska. Bylo zakázáno používat v technologickém postupu výroby všechny těžké kovy, zejména olovo a chrom (pětimocná; sedmimocná variant.

B. Praktická část

8 Identifikace, rozdělení a využití prvků spojovacího materiálu

Protože jsem doposud neměl v rámci studia semináře z didaktiky technické výchovy, které jsou až v navazujícím studiu, nachystal jsem si tyto informace., kde se pokouším prezentovat to podstatné a pak to v navazujícím studiu přepracuji do učebního textu pro žáky základních škol.

Spojovací materiál lze rozdělit podle své funkce na rozebíratelné a nerozebíratelné spojení, dále lze dělit spojovací materiál podle vlastností a materiálu, ze kterého je vyroben a podle smyslu použití.

<table>
<tr><th colspan="3">Rozebíratelné</th><th colspan="3">Nerozebíratelné</th></tr>
<tr><td rowspan="6">Šroub</td><td rowspan="2">materiál</td><td>chemické vlast.</td><td rowspan="2">Nýt</td><td>materiál</td><td></td></tr>
<tr><td>fyzikální vlast.</td><td>použití</td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="3">tvar hlavy</td><td>zápustná</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>normální</td><td rowspan="4">Lepidlo</td><td rowspan="2">organická</td><td>přírodní</td></tr>
<tr><td rowspan="2">závit</td><td>jemný</td><td>syntetická</td></tr>
<tr><td>hrubý</td><td rowspan="2">anorganická</td><td>přírodní</td></tr>
<tr><td></td><td></td><td></td><td>syntetická</td></tr>
<tr><td rowspan="4">Vrut</td><td rowspan="2">materiál</td><td>chemické vlast.</td><td>Hřebík</td><td>tvar hlavy</td><td></td></tr>
<tr><td>fyzikální vlast.</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td rowspan="2">tvar hlavy</td><td>zápustná</td><td></td><td></td><td></td></tr>
<tr><td>normální</td><td></td><td></td><td></td></tr>
</table>

Obr. 5 Tabulka rozdělení vybraných spojovacích prvků na rozebíratelné a nerozebíratelné spojení.

8.1 Rozebíratelné spojení

Rozebíratelné spojení je takové, které se dá kdykoliv pomocí nástrojů rozložit, aniž by došlo ke zničení spojovacího prvku. Nejčastěji je provedeno pomocí šroubů. Šroub je spojovací prvek, který má charakteristicky znak v podobě závitu.

Do kategorie rozebíratelného spojení patří šroub opatřený maticí. Jedná se o jednoduché spojení, kde se matice navléká na šroub. Podmínkou pevného spojení je, aby se matice navlékla celá na vyčnívající kus šroubu.

Další možností rozebíratelného spojení je zavrtaný šroub, kde se závit vyřízne do jedné nejkrajnější ze spojovaných součástí. Závit šroubu se zamontuje do krajní součásti a dojde k rozebíratelnému spojení mezi hlavou šroubu a spojovanými součástmi.

Další variantou spojovacího materiálu pro rozebíratelné spojení jsou vruty. Jedná se o prvek, který je vyroben z tvrdšího materiálu, než součásti ke spojení. Výhodou vrutu je, že se pro něj nemusí závit vyřezávat a tak se rychleji montuje.

8.2 Nerozebíratelné spojení

Nerozebíratelné spojení je takové, kde dochází ke zničení, nebo poškození spojovacího prvku, spojených dílů, nebo obojího najednou při rozložení.

Výhodou nerozebíratelného spojení je menší prostorová náročnost pro spojovací prvky, tak pro přístup obsluhy. U nerozebíratelného spojení je menší šance samovolného uvolnění, například u vibrujících součástí.

Mezi prvky pro nerozebíratelné spojení se řadí lepidla, nýty a hřebíky.

8.3 Rozdělení podle vlastností materiálu spojovacích prvků

Dalším kritériem pro rozdělení spojovacího materiálu jsou vlastnosti materiálu, ze kterého jsou spojovací prvky vyrobeny.

U šroubů se jedná zejména o chemicko-fyzikální vlastnosti. Konkrétně o odolnost proti korozi povětrnostní, tak chemické od účelů použití, podle pevnosti a tvrdosti materiálu.

Dalším kritériem může být barevné provedení a splnění předepsaných norem. Tím se například myslí splnění hygienických a ekologických norem pro různá prostředí, kde bude materiál použit.

Lepidla se rozdělují do kategorií organická, anorganická, přírodní a syntetická

9 Šrouby a matice

9.1 Šroub

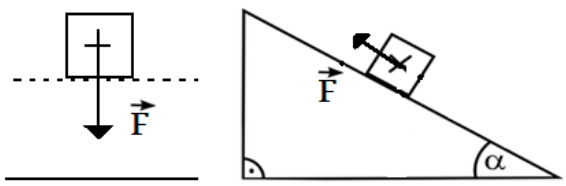
Šroub, aby splnil svůj účel, musí být opatřen maticí, případně musí být použit do díry, jež má v sobě vyříznutý závit. Použití šroubu je rozebíratelné spojení, takže například při opravách a servisních kontrolách strojů je rozebíratelné spojení velice praktické, ale nevýhodou je náročnost na prostor.

Šroubová spojení najdeme téměř ve všech výrobcích, jež nás obklopují. Malé šroubky v náramkových hodinkách, šrouby všech možných velikostí v automobilu, nábytek bývá sešroubován a tak dále. Určitě Vás napadne spousta dalších příkladů. Konstrukce ochozů olympijského stadionu v Marhsgate Lane ve Stanfordu pro letní Olympijské hry 2012 v Londýně byla postavena za použití šroubových spojení a v konstrukci nebylo použito jediného svaření jednotlivých dílčích částí.

9.2 Závit

Šroubovice závitu pracuje na principu nakloněné roviny. Odvineme-li jeden šroubový závit, vznikne běžný tvar nakloněné roviny. Každá další otáčka závitu prodlužuje její dráhu. Tím je zajištěn posun břemene, zde pojem břemeno je působení síly, kterou chceme překonat pomocí šroubu.

Břemeno na nakloněné rovině se projevuje jinými silovými účinky, než břemeno mimo nakloněnou rovinu, ačkoliv výsledná práce je stejná. Práce je definována jako výsledek působení síly po určité dráze. Nevyužijeme-li nakloněnou rovinu, působíme velkou silou na krátké dráze, abychom dopravili břemeno do výšky x. Pokud použijeme nakloněnou rovinu, působíme znatelně menší silou, ale po delší dráze, abychom dostali břemeno do stejné výšky x. V souhrnu jsme udělali stejnou práci a nic jsme neušetřili, jenže je pro nás jednodušší působit malou silou po dlouhé dráze, než vyvinout obrovskou sílu, ač na malou dráhu. Čím pomaleji stoupá nakloněná rovina, tím menší sílu F musíme překonávat.



Obr. 6 Vyobrazení působení síly na břemeno

9.3 Jemný a hrubý závit

Už bylo v této práci napsáno o dělení závitů podle nástupu jednotlivých standardů v průběhu let. Ale ještě se musí zmínit, že provedení závitů se dělí také na hrubé a jemné stoupání.

Vedla se velká diskuze o vlastnostech, výhodách a kvalitách jednoho, či druhého provedení. Producenti a spotřebitelé se rozdělili do dvou přibližně stejných táborů a argumentovali, proč právě jejich názor je ten správný.

Argumenty tábora preferující jemný závit jsou, že stoupání jemného závitu má lepší přesnost při seřizování, využívá se zejména ve ventilech motorů, dále zajišťuje vyšší statickou pevnost v tahu (díky relativně většímu nosnému průřezu) a podléhá menší náchylnosti vůči povolování, pokud je spoj vystaven vibracím (to zapříčiňuje menší úhel stoupání závitu).

Hrubý závit je oproti tomu argumentován: nižší možností poškození, snadnější montáží, menší pravděpodobností stržení, možností silnějších ochranných povlaků, a protože většina zatížení není statického, ale dynamického rysu a v době dnešních pojistných systému se nemusíme obávat povolení spoje od vibrací.

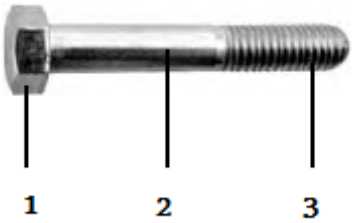
Od devadesátých let minulého století se upřednostňuje hrubý závit a v současnosti je primárním řešením ve standardech ISO. Jemné stoupání zavitu se ve větší míře využívá už jen v automobilovém průmyslu, ale i tam se od tohoto provedení postupně upouští. Jemný závit se také využívá v jemné mechanice malých přístrojů.

Funkční vlastnosti	Hrubý závit	Jemný závit
Statická pevnost	+	++
Dynamická pevnost (rázová)	+	-
Odolnost vůči uvolnění	-	+
Necitlivost proti poškození	+	-
Tloušťka ochraného povlaku	+	-
Necitlivost vůči stržení	+	-
Náročnost montáže	+	-
Cena/dostupnost	+	-

Obr. 7 Informační tabulka s porovnáním některých vlastností jemného a hrubého závitu

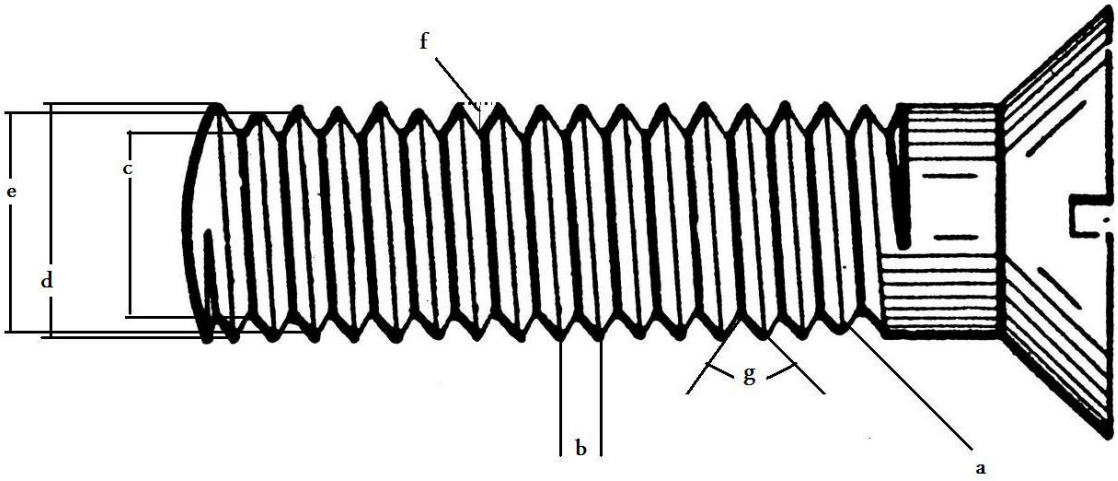
9.4 Tvar šroubu

Každý šroub je tvořen hlavou a dříkem. Dřík je opatřen závitem. Závit je navinutá šroubovice, která od jednoho konce dříku sleduje jeho obvod a pomalu stoupá až k hlavičce. (Není nezbytné, aby byla až k hlavičce).



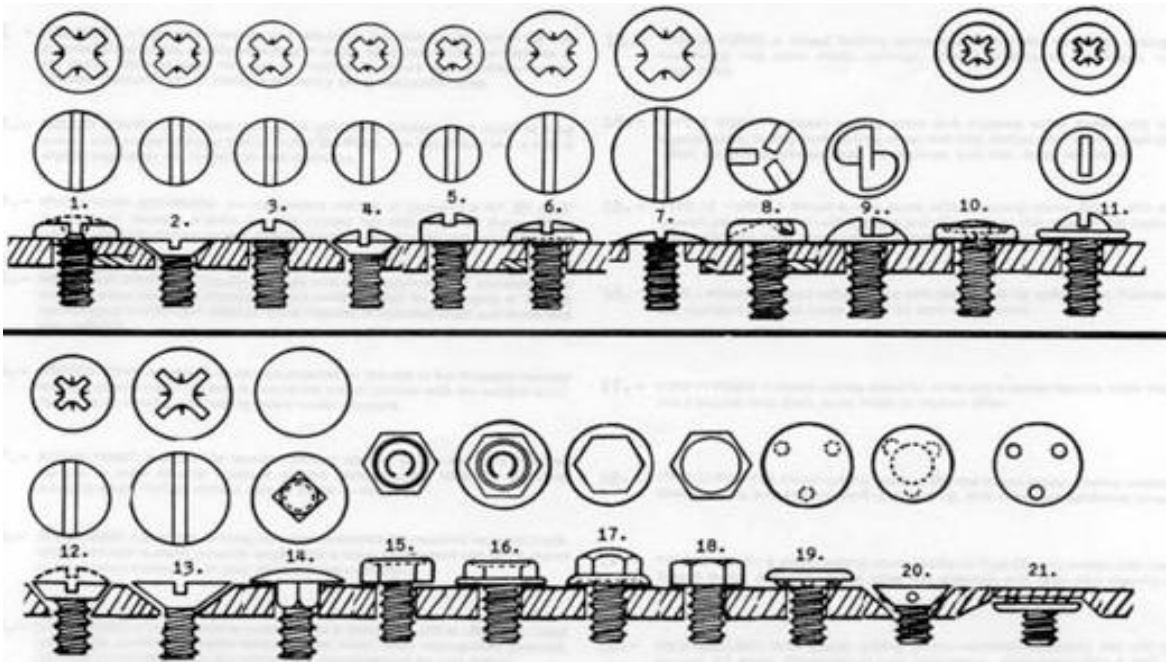
Obr. 8 Popis stavby šroubu: 1 – hlava, 2 – dřík, 3 - závit

U závitu na dříku šroubu se popisují stoupání závitu, průměr jádra, střední průměr závitu, jmenovitý průměr závitu, hloubku a vrcholový úhel závitu.



Obr. 9 Popis závitu: a – závit šroubu, b – stoupání závitu, c – průměr jádra, d - střední průměr závitu, e – jmenovitý průměr závitu, f – hloubka závitu, g – vrcholový úhel závitu

Hlava šroubu může mít různý tvar a může být přizpůsobena různým nástrojům, případně je tvarována pro účel použití.



1 válcová hlava zaoblená,
2 zápustná hlava,
3 půlkruhová hlava,
4 čočkovitá zápustná hlava,
5 válcová hlava čočkovitá,
6 nízká válcová hlava čočkovitá,
7 nízká půlkulová hlava,
8 hlava holt - patented,
9 jednosměrná hlava,
10 Philipsova hlava s osazením,
11 hlava s osazením,
12 rovná a oválná hlava zápustná hlava,
13 zápustná hlava (kuželovitá 100°),
14 půlkulatá hlava s čtvercovým dříkem,
15 vroubkovaná šestiúhelníková hlava,
16 vroubkovaná šestihranná s osazením,
17 kloubovitá hlava,
18 šestihranná hlava,
19 navařovací hlava,
20 zápustná hlava,
21 hlava typ T

9.5 Vybrané materiály k výrobě šroubů

Šrouby se vyrábějí nejčastěji z plastu, titanu, oceli normální i nerezové, mosazi, hliníku a kuproduru. Kuprodur je slitina mědi (97,25%), niklu (0.75%) a silikonu (0.5%). Pro správné zvolení materiálu je rozhodující účel šroubu a vlastnosti materiálu. Například pokud potřebujeme šroub s antibakteriálními účinky do laboratorních přístrojů, použijeme stříbro, protože má požadovanou antibakteriální vlastnost.

Kromě použití nerezové oceli, je ekonomičtější využít metody žárového pozinkování. Odmaštěné a ošetřené šrouby se potřou tavidlem a následně jsou v peci o teplotě 400°C žíhány. Následkem toho se na šroubech vytvoří nepropustná vrstva zinku, jenž bez údržby zaručuje trvanlivost klem 40 let. Dlouhá trvanlivost je způsobena tím, že vrstva zinku reaguje se vzduchem a vzniká uhličitan zinečnatý, který značně zpomaluje podléhání povětrnostním vlivům

9.6 Matice

K šroubům patří matice, které jsou většinou vyrobené ze stejného materiálu. Vnitřní závit matice odpovídá závitu na dříku šroubu. Matice taktéž podléhají standardizaci.

Matice se vyrábějí v různých tvarových provedení podle účelu jejich použití. Moderní matice mohou být opatřeny bezpečnostními prvky, proti samovolnému povolení.

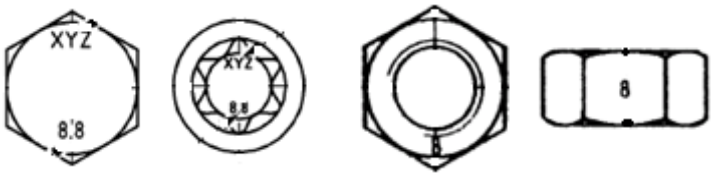
Obr. 10 Vybrané druhy matic: 1 – šestihranná, 2 – uzavřená, 3 – lešenová, 4 – narážecí, 5 – matice s okem, 6 – prodloužená, 7 – křídlatá, 8 – matice samojistná, 9 - nýtovací

9.7 Značení hlav šroubů a matic

Dnes je povinné označovat třídou pevnosti všechny šrouby šestihranné, šrouby s vnitřním vybráním a závrtné šrouby do průměru d ≥ 5mm na vrchu hlavy.

Značení šroubů se zapuštěnou hlavou, ať už je plochá, oválná, válcová, půlkulatá není obvyklé.

Šestihranné matice ≥ 5mm jsou značeny na boku, nebo dosedací ploše. Zde by měla být vyznačena nejen třída pevnosti, ale i značka výrobce.

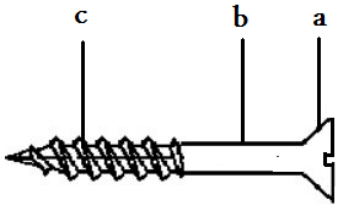


Obr. 11 Ukázka značení hlavy šroubu a šestihranné matice

10 Vruty

10.1 Popis vrutu

Vruty jsou podobné šroubům závitem a hlavičkou, avšak vruty nejsou vybaveny matkou a jejich dřík je zakončen špičkou, která proniká materiálem. Používají se k rozebíratelnému spojení. Pevnost spoje zajišťuje vzniklé tření působící na závit vrutu, při vnikání do materiálu. Zvláštním vrutem je konfirmát, který není opatřen špičkou. Konfirmát se používá do truhlářských spojů, kde se díra nejprve předvrtá.



Obr. 12 Stavba vrutu: a – hlava, b – krček, c – kuželovitý závit

10.2 Použití vrutu

Vrut je totiž samořezný, takže pro splnění své funkce nepotřebuje díru na rozdíl od šroubu. Je vhodný do měkčích materiálů, jako jsou plasty, dřevo, sádrokarton. Dá se použít při práci s kovy, konkrétně při práci s plechy. Tlustší plechy je dobré navrtat, protože špička dříku vrutu je určena k narušení celistvosti materiálu, aby se šroubovice závitu mohla snadněji do materiálu vnořit.

Nynější vývoj vrutů podle přihlášených patentů směřuje zejména k vylepšování špičky dříku a upravení závitu k lepšímu odvodu třísek. Patentované vruty jsou vybaveny upravenou špičkou, která připomíná vrták a zastává obdobnou funkci. Podle prohlášení vynálezců z dokumentu US 20063562421 (B1) by osazení takovou špičkou mělo ušetřit až 30% energie k zavrtání vrutu. Při práci rukou rozdíl ani nepoznáme, ale při používání akumulátorových šroubováku se modernější vruty u větších objemů vyplatí.

10.3 Materiály na výrobu vrutů

Vruty jsou vyráběny z obdobných materiálů jako šrouby, hlavním principem je, aby vrut byl z pevnějšího materiálu, než je materiál, kde vrut použijeme. Nejčastěji se používá k výrobě vrutů mosaz a ocel.

Volbu materiálu ovlivňuje nejen místo použití, ale i estetický účel. Mosazné vruty se používají do dřeva, kde pro svou zlatavou barvu mosazi se opticky ztrácejí.

10.4 Vybrané druhy vrutů

Obr. 13 Vybrané druhy vrutů: 1 – vrut konfirmát, 2 – vrut, 3 – vrut do dřeva s šestihrannou hlavou, 4 – vrut universální s půlkulatou hlavou, 5 – vrut kombinovaný, 6 – vrut se zápustnou hlavou a částečným závitem

11 Hmoždinky

11.1 Účel použití hmoždinek

Problémem bylo upevnění do nepružných, tvrdých materiálů, například materiálu pro budování zdí. Vzhledem k tomu, že obyčejné vruty nebyly schopné se zařízнout do zdi. Musela se do zdi předvrtat díra a do díry upevnit vrut.

V dřívější době se používalo dřevěných třísek, které se do zhotovených děr vložily. Šroubováním vrutu do díry s třískou, docházelo k deformaci třísky a jejímu pěchování v otvoru. Vrut se zařezával do třísky a působící tlak třísky na stěnu díry měl za následek takové tření, že došlo k upevnění vrutu ve zdi.

Hmoždinky jsou novějším nástupcem dřevěných třísek. První hmoždinka byla patentována roku 1911 a byla vyrobena z konopného vlákna vytvrzeného smolou. Hmoždinky mají tvar dutého válce, který je na svém plášti opatřen rozmanitým členěním. Hmoždinky bývají často naříznuty tak, aby došlo k největší deformaci při zašroubování vrutu, ale zároveň splňovali upevňovací funkci.

Upevňují stejně, jako dřevěné třísky. Vrut se do nich zavrtává a pěchováním v prostoru otvoru roste tlak, který způsobuje tak silné tření, že vrut se z otvoru neuvolní. Hmoždinky lze podle typu použít i pro závitové tyče a šrouby.

V dnešní době existují alternativy k použití hmoždinek a to vruty přímo do zdiva, nebo chemické malty, do kterých se spojovací prvek zanoří a chemická malta se nechá vytvrdnout.

Hmoždinky se vyrábějí z plastu, ty nejkvalitnější z nylonu. Kovové hmoždinky z ocele, mosazi, či mědi mají vlastní název „kotvy“.

11.2 Vybrané druhy hmoždinek a kotev

Obr. 14 Vybrané druhy hmoždinek a kotev: 1 – hmoždinka TBB do kamene, 2 – ocelová kotva, 3 – hmoždinka do sádrokartonu, 4 – chemická kotva, 5 – aplikační pistole, 6 – standardní hmoždinka, 7 – hmoždinka pro upevnění desek

12 Nýty

12.1 Tvar a použití nýtů

Nýty jsou spojovací prvky, které oproti šroubu vytvářejí nerozebíratelné spojení a pro jeho demontáž je třeba nýt zničit. Pro jejich použití je třeba vyvrtat do materiálu vhodnou díru, díly z materiálu pečlivě uspořádat a vyčnívající konec se rozklepe. Nýt může mít půlkulatou a zápustnou hlavu.

Obr. 15 Vybrané alternativy hlav nýtů: 1 – půlkulatá hlava,
2 – zápustná hlava

Při práci s nýtem se volí délka dříku tak, aby vyčnívalo dostatečné množství na rozklepání. Pokud by vyčnívalo příliš, dřík by se ohnul, pokud málo, spojení by nebylo pevné, protože by na místě spojení působila malá činná plocha.

Je vyroben z tvárného, ale houževnatého materiálu. Houževnatost je mechanická vlastnost, která určuje míru vzniku prasklin a trhlin v materiálu, pokud je vystaven deformačním silám. Silné nárazy při rozklepávání nýtu způsobují následnou křehkost materiálu, proto se volí houževnaté druhy materiálu.

12.2 Trhací nýty

Existují také trhací nýty, které se skládají z těla nýtu a trnu. Tělo a trn nýtu mohou být vyrobeny z různých materiálů, čím se zajistí správná deformace závěrné hlavy.

K práci s trhacími nýty je třeba speciálních kleští, které vyvinou dostatečnou sílu na trn, aby správně zdeformoval tělo nýtu a došlo k dobrému spojení.

Princip fungování trhacího nýtu je, že do díry se vloží tělo nýtu, pomocí nýtovacích kleští vytahujeme trn z těla. Trn je opatřen na straně těla nýtu hlavičkou, která má větší

průměr, než je otvor v těle nýtu. Hlavička trnu začne před sebou deformovat tělo nýtu a tím vytvoří závěrnou hlavu nýtu.

Obr. 16 Vybrané typy trhacích nýtů: a – nýt s trnem, b – nýt s velkou plochou hlavou (pro měkké plechy)

13 Bezpečnostní a ochranné prvky spojovacího materiálu

13.1 Tvar a použití ochranných prvků - podložek

U rozebíratelných spojů je vždy určité riziko samovolného uvolnění spoje příčinnou různých vibrací, či pohybem součástek. Na zajištění spojů, proti poškození a uvolnění se zaměřuje celá řada výrobků.

Ploché podložky jsou vhodné pro spojení šrouby, kdy při utahování nechceme poškodit místo spoje. Pokud bychom použili více síly, hlava šroubu, případně otáčející se matka může poničit materiál v místě spoje, jako například poškození antikorozního nátěru, způsobem, že malá plocha matky, či hlavy šroubu tlačí na materiál v místě spojení a působí tření. Při použití podložky, se třecí síla přenáší na větší plochu a tím se zmenší tlak vyvíjený na materiál.

Obr. 17 Použití podložek u vrutů do dřeva

Pro zajištění spojení proti vibracím je používá pérová podložka. Pérová podložka může mít různé tvary. Oválný tvar s řezem, případně vějířovitý tvar, tvar připomínající talíř atd. Pérová podložka se při utažení matice zakousne do materiálu v místě spoje a brání náhodnému vytočení matky ze šroubu.

13.2 Vybrané druhy podložek:

Podložky mohou být vyrobeny z pevných materiálů, jako jsou kovy, nebo mohou být plastové, gumové, papírové. Záleží na účelu jejich použití.

Obr. 18 Vybrané druhy podložek: 1 – podložka do dřevěné konstrukce, 2 – těsnící gumová podložka, 3 – karosářská podložka, 4 – plochá podložka, 5 – podložka pérová

13.3 Nord-Lock

Dříve se používalo způsobu nasazení dvou matic, z toho jedna byla opačného závitu, případně se do dříku po utažení matice navrtala díra a do ní byla vložena pro zajištění závlačka. Dnes se využívá patentovaný systém Nord-Lock. Jedná se o dvě podložky, které mají na jedné své straně vytvarované klíny, které mají odlišné stoupání, oproti metrickému závitu, který se standardně používá. Při utahování matky na šroub se klíny do sebe zaklesnou. Nemůže dojít k samovolnému povolení, protože pro uvolnění vzájemného sevření klínů, je třeba jiného stoupání, než pro uvolnění matky, takže jediná možnost, jak rozebrat spojení je strhnout závit.

Obr. 19 Nord – Lock kroužky

13.4 Zabezpečení matic

Matky se mohou proti vytočení lepit. Zalepená matka odolává vibracím, ale při nutnosti povolení je odpor lepidla překonán. Výhodné je to zejména proto, že se matka ke šroubu nepřivařuje jako dřív a zachová se charakteristika rozebíratelného spojení.

V dalším případě zajištění je matka vybavena nylonovým kroužkem u svého závitu. Při zašroubování dříku se nylon vtěsnává do závitu a tím zvyšuje tření vzniklé při pohybu matky po dříku. Toto vysoké tření brání i zpětnému pohybu při samovolném uvolnění.

Poslední vybranou možností zpevnění šroubového spojení před samovolným rozebráním je využití chemických kovů. Na zbylý kousek dříku se po našroubování matky aplikuje chemický kov, který vytvrdne a matka je zajištěna proti uvolnění. Tato metoda nahradila dřívější roztloukání dříku na nepravou nýtovou hlavu, která vlastně rozebíratelné spojení změnila na nerozebíratelné. Oproti tomu chemický kov nezničí závit na dříku šroubu a lze spojení rozebrat.

13.5 Závlačky a zástrčky

Závlačky jsou jednoduchým bezpečnostním prvkem, který se používá k zajištění matic a čepů. Jedná se o kovovou sponu, která se provleče kolmým otvorem v plášti dříku a díky mechanické deformaci, se zajistí na svém místě. Otvor je vyvrtán za matkou, takže při samovolném povolení matky je jí zabráněno úplné vytočení.

Zástrčky jsou tvarovány tak, aby se nemuseli mechanicky deformovat po svém použití. Jejich specifický tvar zabraňuje samovolnému vytažení z místa použití.

Obr. 19 Fotografie vybraných zabezpečovacích prvků: 1 – závlačka, 2 - zástrčka jednoduchá, 3 – zástrčka zdvojená

14 Lepidla

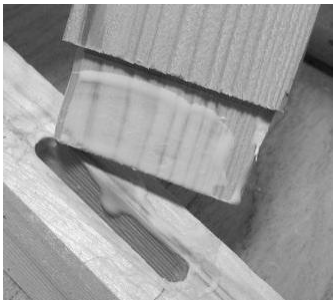
Lepidla se používají k nerozebíratelnému spojení. V dnešní době se vyrábějí chemická lepidla, která předčí dříve používané lepící hmoty z přírodních surovin. Moderní lepidla jsou většinou tvořena z inertní polymerické látky. Inertní znamená, že látka nereaguje s většinou prvků a sloučenin v okolním prostředí a slovo polymerické se používá pro chemické látky, které své molekuly stavějí do velice dlouhých řetězců. Tyto řetězce tvoří strukturu, která zaručuje vhodné mechanické vlastnosti vytvrdlého lepidla.

Nejčastěji jsou používaná lepidla na epoxidové bázi a silikonové bázi. Aby epoxidová lepidla nevytvrdla před použitím, bývají často aktivována smíšením dvou složek v momentě aplikace. Složky jsou od sebe oddělené a samy o sobě nepodléhají degradaci během delšího skladování, tak, jako kdyby byly již smíšené od výroby.

Za nespornou výhodu lepidla lze povědět, že je při své spojovací funkci neviditelné oproti šroubům, vrutů a jinému spojovacímu materiálu. Výrobky nemusí být opatřeny záslepkami, které většinou svým barevným provedením nesedí k textuře materiálu, z něhož je výrobek vyroben.

Práce s lepidly je snadná, protože se na trhu nachází dostatečný výběr aplikačních pistolí, nová lepidla velice rychle tuhnou a jsou spolehlivá i v menším množství oproti starším lepidlům.

Nevýhodou lepidel je, že vytvoří nerozebíratelné spojení, takže při demontáží je většinou výrobek poškozen. Na obrázku je vyfocen čep, na který je pro lepší upevnění aplikováno lepidlo.



Obr. 20 Lepidlo aplikované na čep před složením.

15 Hřeby a hřebíky

Hřebíky se používají k pevnému nerozebíratelnému spojení zejména dřeva, kde se hledí na účelnost před estetikou. Jsou levnější než vruty, ale protože se vyrábějí z oceli, jejich tmavé hlavičky jsou vidět poměrně z větší dálky, než hlavy vrutu z mosazi.

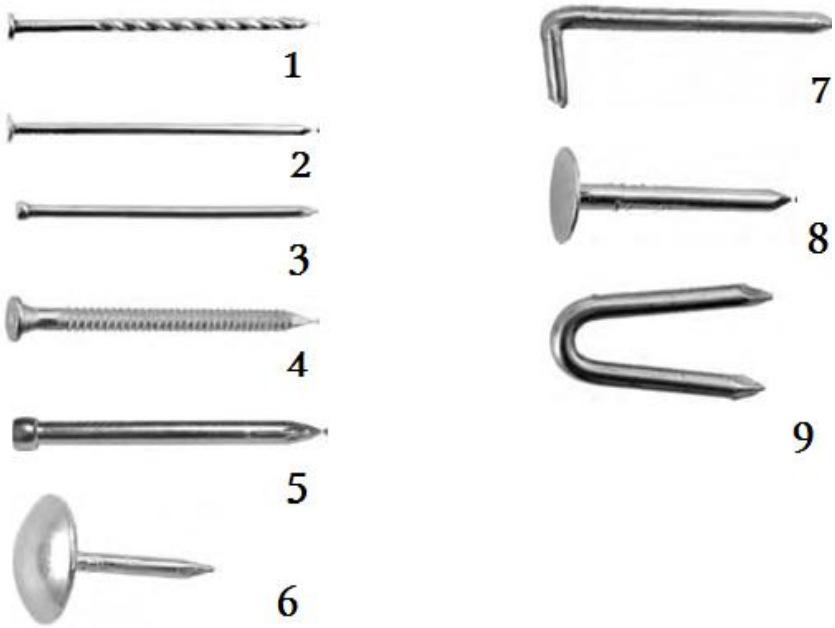
Hřebík má rovný dřík na jedné straně opatřen plochou hlavičkou (není nezbytná) a na druhé straně je zašpičatělý. Při zatloukání hřebíku, špička projede materiálem a tělo hřebíku je sevřeno vyvolaným tlakem a působícím třením.

Dřík nemusí být vždy hladký, například může být kroucený, nebo opatřen záseky.

15.1 Druhy hřebíků

Nejznámější hřebíky klasické hřebíky se nazývají konvexní. Kruhová hlava je usazena na relativně dlouhém těle. Dalším typem, se kterým se v domácnosti setkáme je hřebík do krytiny, lidově „lepeňák“. Hřebík do krytiny je kratší a je opatřen velikou placatou hlavičkou. Kolářský hřebík má malinkou půlkulatou hlavu a slouží hlavně při přidělávání obložení, kde je jeho hlavička skryta.

Hřebíky se nemusí jen zatloukat, existují pistole poháněné stlačeným vzduchem, které hřebíky nastřelují přímo do materiálu.



Obr. 21 Vybrané druhy hřebíků:
1 – hřebík kroucený,
2 – stavební,
3 – nastřelovací,
4 – konvexní,
5 – zámečnický,
6 – čalounický,
7 – rákosník,
8 – hřebík do krytiny,
9 – svorka telegrafická

16 Lamely, kolíky a vypravovací lodičky

Již bylo napsáno, že při výrobě nábytku se jednotlivé díly mezi sebou spojují lepidlem, šrouby a vruty, nebo výjimečně hřebíky. Dalším spojovacím materiálem, jsou lamely a kolíky, jejichž použití není často viditelné a vytváří rozebíratelné spojení.

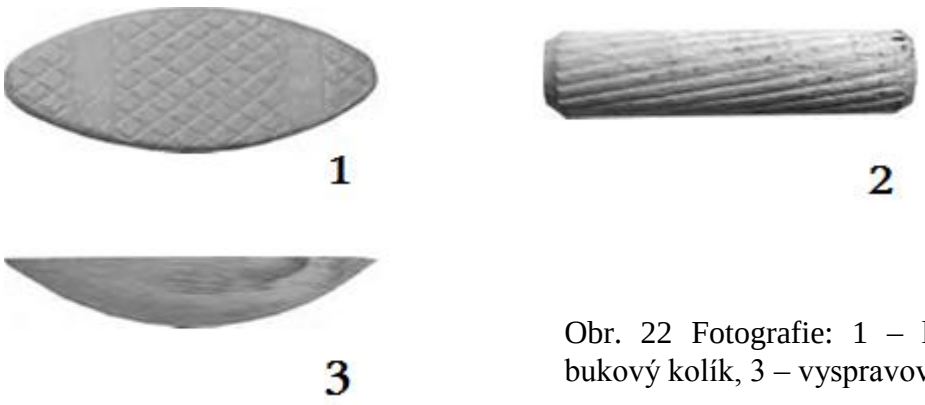
Povrch lamel a kolíků je členitý, aby se zvýšila upevňovací třecí síla ve spoji.

Pomocí lamelovačky, se vytvoří otvory ve styčných částech dílu nábytku, které se mají k sobě spojit. Pro rozebíratelné spojení, se do vytvořených otvorů nasadí lamely, nebo kolíky, které při spojení zmizí v jednotlivých dílech.

Pokud je potřeba spojení zpevnit, použijí se již výše zmíněné prostředky, které spojení změní na nerozebíratelné, nebo zachovají jeho rozebíratelnost.

Lamely jsou vhodné jak pro konstrukce z masivního dřeva, tak jsou vhodné i pro konstrukce z aglomerovaných materiálů.

Vyspravovací lodičky slouží k vyspravení zásmolků, trhlin nebo jiných vad dřeva. Vada se ze dřeva vyfrézuje a lodičky nahradí chybějící materiál. Díky jejich tvaru drží samovolně v materiálu. Tím je dosaženo pevného spojení a jejich používání je snadné a rychlé.



Obr. 22 Fotografie: 1 – lamela, 2 – bukový kolík, 3 – vyspravovací lodička

17 Závěr

V teoretické části bakalářské práce byl uveden informativní přehled historie spojování a spojovacích prvků, poté následovalo podrobné prostudování vývoje šroubů a závitů.

Podle nalezených informací, největšího rozmachu dosáhla oblast produktů kategorie spojovacího materiálu po průmyslové revoluci, kdy se s rozšiřujícím strojírenstvím a zavedením sériové výroby zvedla potřeba náhradních součástí.

Z lokálních oblastí, které si stanovily vlastní standardy, se s rostoucí globalizací trhu vyvinuly velké společnosti, které začaly pokládat základy národních norem, a v pozdějších dobách vedli k přijetí světových standardům, ačkoliv stále existují výjimky, jako jsou například vodárenské součástky ve Velké Británii, které se stále drží standardu WBS.

Při vypracovávání bakalářské práce se zdařilo vyhledat informace o osobnostech, historických a ekonomických událostech, které silně ovlivnili vývoj standardů spojovacího materiálu.

Práce byla zejména zaměřena na vývoj závitů šroubů a historický vývoj ostatních vybraných druhů spojování je v práci pospán informativně pro získání nadhledu. Pro detailnější popis historie jednotlivých zmíněných druhů spojování, bylo by nezbytné věnovat se archeologickým nálezům, architektuře a dalším samostatným vědním disciplínám. Taková hluboká analýza tolika oblastí lidské činnosti, by však byla vysoko nad rámec bakalářské práce

Velice zajímavým pramenem informací použitých v bakalářské práci byla patentová literatura, která zachycuje vývoj techniky, včetně změn a invence ve spojovacím materiálu. Bylo překvapivé zjištění, že některé novinky na trhu, nejsou zase tak nové, jen inovované, nebo byly vyrobeny z lepších materiálů.

Celá bakalářská práce je přípravou k vypracování učebního textu pro žáky základních škol, zabývající se technikou spojování. V navazujícím studiu bude tato práce rozšířena o didaktiku, problémové úlohy, větší množství vzorků a interaktivní materiály, včetně videí.

18 Seznam použité literatury

[1] Wickham R. J, Machine tools; Industrial Arts, 1926, www.archive.org, ISBN - nepřiřazeno

[2] Whitworth J. Sir, Miscellaneous papers on mechanical subjects, 1858, www.archive.org, ISBN nepřiřazeno

[3] Bendix F., Učíme se pracovat s kovem, 2. vydání, Praha: SNTL, 1968, ISBN 04-234-68

Kalhous, Z., Obst, O. Didaktika sekundární školy, 1. vyd. Olomouc: UP, 2003, ISBN 80-244-0599-7

[4] Dolínek V., Durdík J., Historické zbraně. 1. české vyd. Praha: Naše vojsko, 2008, ISBN 80-206-0918-0.

[7] Technická podniková dokumentace spojovacího materiálu velkoobchodu Fabory s.r.o., 2010

[8] Janotka M., Linhart K., Zapomenutá řemesla, Praha, nakl. Svoboda, 1984

[9] Kolektiv, Maříková P. Vlčková. J., Linhart K., Hroby, hrobky a pohřebiště starých Egypťanů. 1. vyd. Praha: Libri, 2009. ISBN 80-727-7229-5.

[13] Zeithammer K., Vývoj techniky. Vyd. 2., přepracované. Praha: ČVUT, 1998, ISBN 80-010-1725-7.

18.1 Internet:

[5] Stránky o normách ISO, Stránky organizace ISO http://www.iso-normy.cz, www.iso.org (2012)

[6] Thinkquest: Longhouses. [online]. [cit. 2012-07-11]. Dostupné z: http://library.thinkquest.org/TQ0312452/Longhouses.htm

[10] Úřad pro technickou normalizaci, metrologii a státní zkušebnictví, http://www.unmz.cz (16. 6. 2012)

[11] European Patent Registr, www.epo.org, (2012)

[12] Industrial Fasteners Institut, http://www.indfast.org (2012)

18.2 Obrázky:

Obr. 1, 2 5 – 22 Lang Aleš (2012)

Obr. 3 Wickham R. J, Machine tools; Industrial Arts, 1926, www.archive.org, ISBN - nepřiřazeno

Obr. 4 Whitworth J. Sir, Miscellaneous papers on mechanical subjects, 1858, www.archive.org, ISBN nepřiřazeno