

MECHANICKÉ SPOJE – ZHOTOVENÍ, MĚŘENÍ

1. OBJASNĚNÍ PROBLEMATIKY

Mechanické spoje lze charakterizovat jako spojení dvou nejčastěji kovových elektrovedných dílů, které jsou k sobě přitlačovány určitou silou. Ta zaručí stálý dotyk, aby spojení splnilo požadavek na časově stálý a malý kontaktní odpor. Stálost spoje je zajištěna ve spoji uloženou energií napjatosti, jejíž velikost souvisí s pružnými deformacemi spojovaných nebo pomocných dílů. Síla je vytvořena buď deformací částí vytvořeného spoje nebo vhodným přidavným dílem, např. pružinou.

Konstrukční řešení mechanického spoje je velmi rozmanité. Podle stálosti dělíme spoje na **rozebíratelné a nerozebíratelné**. První umožňují opakované sestavení spoje a jeho opětné rozpojení bez porušení tvaru a soudržnosti spojovaných dílů – např. šroubový spoj nebo plochý násuvný spoj. Takové spoje se užívají na místech, kde je předpokládána potřeba jednou vytvořené spojení snadno změnit. Druhý typ vytváří spojení trvalé, jehož zrušení vede k narušení až zničení spojovaných částí – např. lisovaný spoj, ovíjený spoj.

1.1. Připojovací prvky pro rozebíratelné spoje

Aby tlak působící mezi spojovanými částmi mohl vzniknout a mohl být trvale udržován, musí se tyto části nacházet uvnitř nějaké objímky, která potřebné sevření umožní. Takové objímce říkáme nejčastěji *svorka*. Umožňuje připojit vodič k elektrickému přístroji nebo propojit dva či více vodičů mezi sebou. Konstrukční řešení je velmi pestré a určuje i samotné rozdělení rozebíratelných spojů.

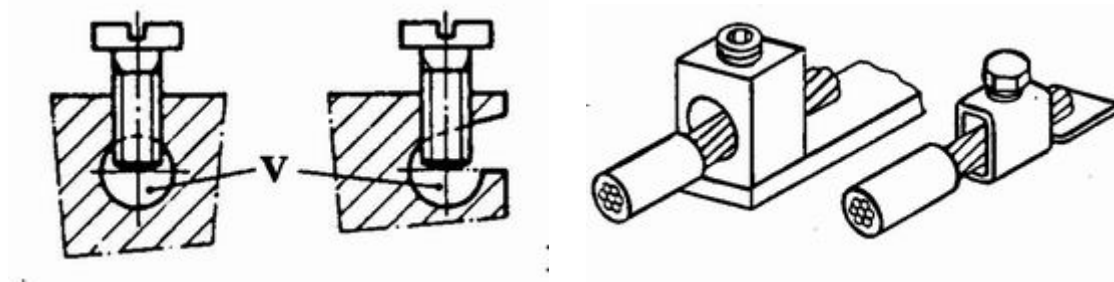
Připojovacími jednotkami jsou:

- šroubové svorky,
- bezšroubové svorky,
- upínací jednotky prorážející izolaci,
- nasunovací svorky,
- ploché násuvné spoje.

1.1.1. Šroubové svorky

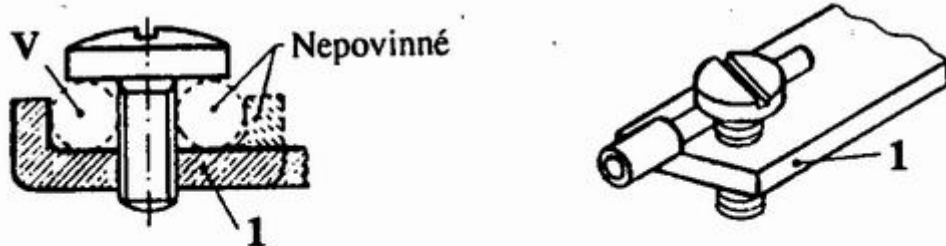
K vytvoření potřebného tlaku je využito šroubu a matice. Jsou velmi rozšířeným i když ne právě levným připojovacím zařízením.

Zdířkové svorky



Vodič se nachází v dutině klasické objímky, je stlačován dřívkem šroubu přímo nebo prostřednictvím mezilehlé části.

Hlavičkové svorky

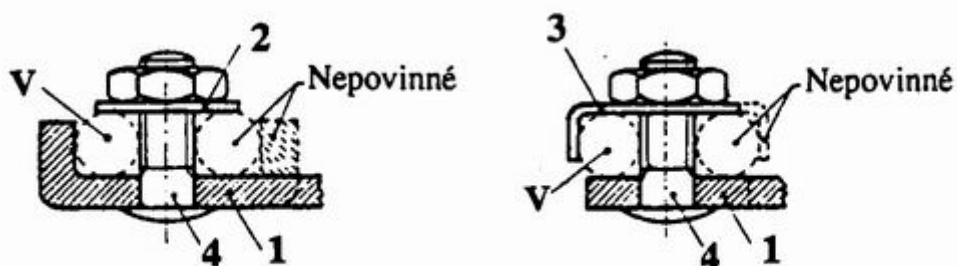


Přímý tlak dosažený hlavou šroubu

Tlak na vodič je vyvozen hlavou šroubu buď přímo, nebo prostřednictvím mezilehlé části, kterou může být podložka, příložka nebo díl zabráňující vysmeknutí vodiče.

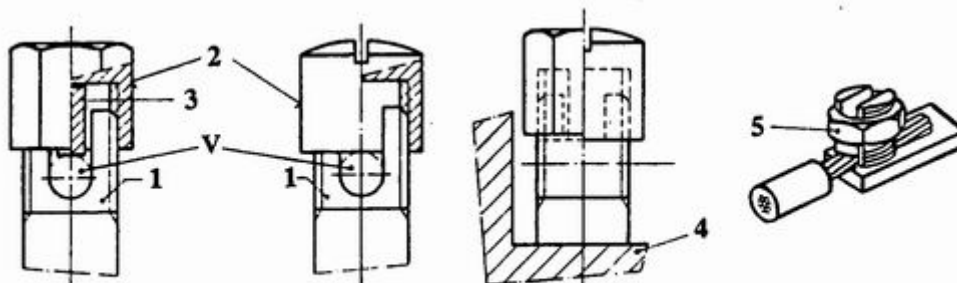
1 – základní část svorky

Svorníkové svorky



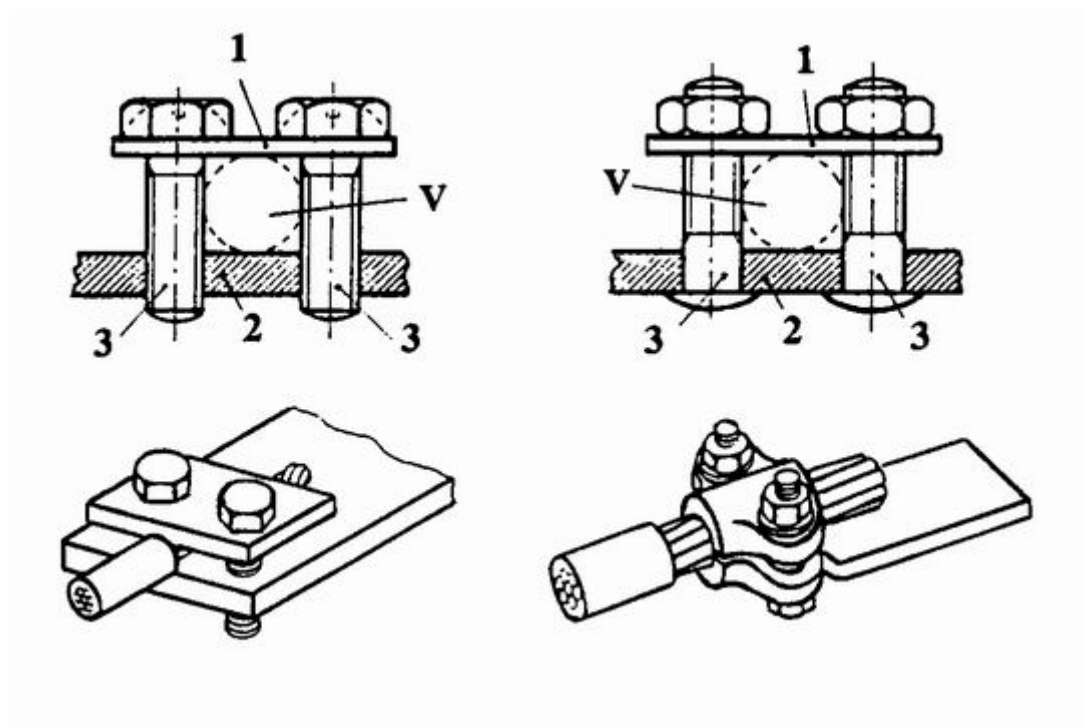
Od hlavičkových svorek se liší tím, že funkci šroubu zde zastává svorník a tlak na vodič je vyvozován maticí. Tlak může být přenášen přímo, je-li matice vhodně tvarově přizpůsobena, nebo prostřednictvím podložky (2), příložky (3) či dílu, který zabráňuje vysmeknutí vodiče.

Plášťové svorky



Sestávají ze svorníku poměrně velkého průměru (1) a vnější matice (2), která je často jednostranně uzavřena, může však být i průchozí. Svorník je proříznut za účelem uložení vodiče (V). Tlak na vodič vytváří matice ponejvíce ve svém středu prostřednictvím vloženého kovového dílu. Tlak může být vyvozen i plochou jejího vnějšího mezikruží.

Příložkové svorky



Vodič je svíráán mezi pevnou částí svorky a příložkou pomocí dvou nebo více šroubů či svorníků s maticemi.

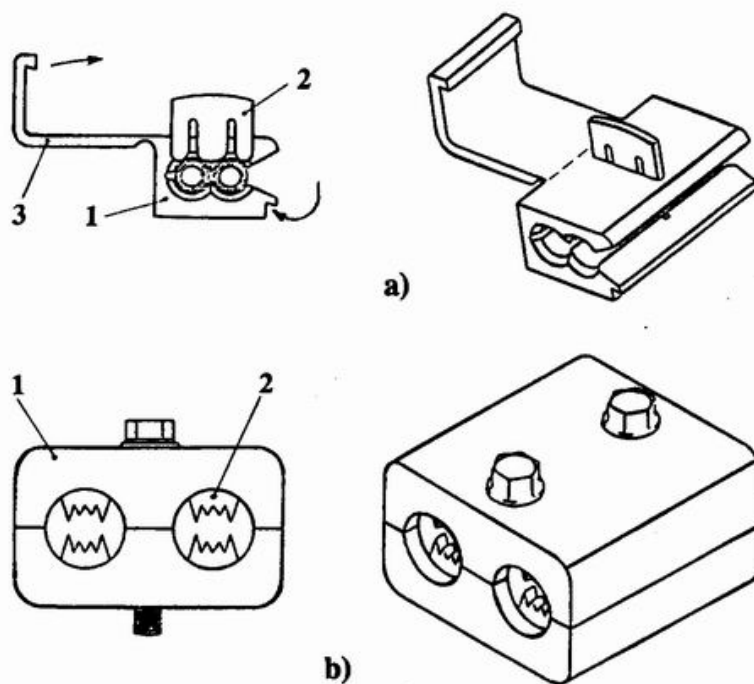
1.1.2. Bezšroubové svorky

Umožňují odpojitelné připojení vodičů a jejich upevnění jinými prostředky než jsou šrouby nebo matice. Přitom stačí konce vodičů pouze odizolovat, s jejich zvláštní úpravou se nepočítá. Svorka musí být konstrukčně navržena tak, aby odpojení vodiče nebylo možné jeho pouhým vytažením. Je dovoleno použít univerzálního nástroje nebo vhodného zařízení, které je součástí svorky k jejímu uvolnění při zasouvání nebo vytahování vodiče.

1.1.3. Upínací jednotky prorážející izolaci

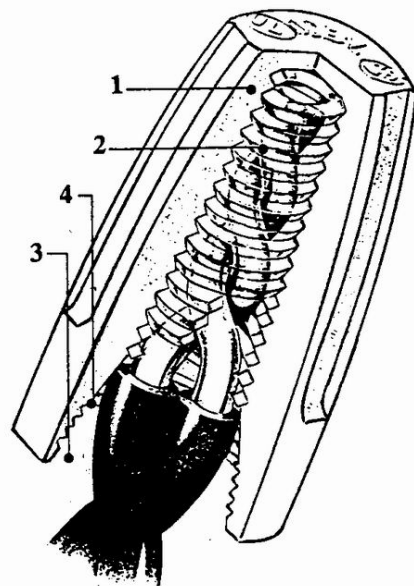
Toto připojovací zařízení, označované IPCD (insulation piercing connecting device), umožňuje připojit izolované neupravené vodiče tím, že prorazí, prořízne či jinak znehodnotí funkci izolace. Podle provedení může být připojen jeden nebo i více vodičů. Jednotky IPCD jsou vyráběny v těchto třech verzích:

- opětně použitelné – mohou být použity vícekrát než jednou,
- opětně nepoužitelné – mohou být použity pouze jednou, ale lze je odpojit,
- nedemontovatelné – pevné připojení je trvalé, nelze je demontovat. Možnost odříznout vodič zůstává ovšem stále zachována.

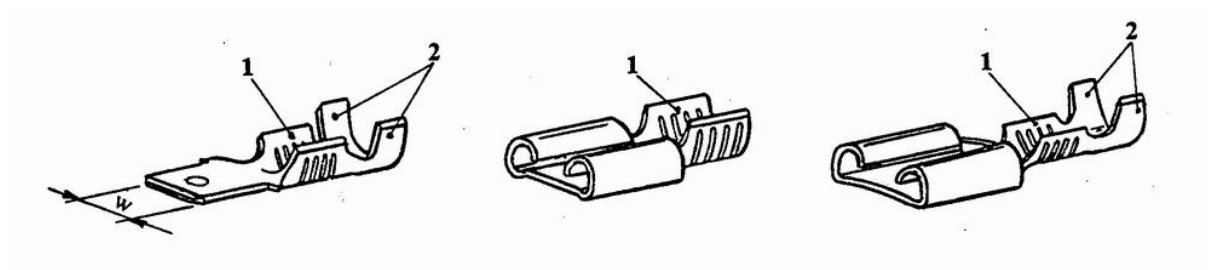


1.1.4. Nasunovací svorky

Jsou určeny k vzájemnému spojení dvou nebo více měděných vodičů o průměru 0,5 mm² až 16 mm², přičemž celkový průřez spojených vodičů může být max. 35 mm². Používají se v obvodech s napětím do 1000 V st. Rozpojitelný spoj vzniká tím, že se na odizolované konce vodičů svorka nasouvá a natáčí šroubovitým pohybem. Z toho plyne i označení TOCD (twist-on connecting device). Na konce vodičů se svorka natáčí většinou ručně. Konstrukce svorky je zřejmá z obrázku. Izolační těleso ve tvaru dutého komolého kuželu má na plášti vnitřní kuželovité dutiny vytvořenou šroubovitou drážku, která se uplatňuje při natáčení svorky na konce vodičů. Ty se vzájemně zkrucují a současně se svým vnějším obvodem zařezávají do drážky a vnikají tak do svorky, podobně jako šroub do matice. Při vhodné délce odizolovaných konců vodičů vnikne do spodní rozšířené části svorky i začátek izolace vodičů, čímž je vyloučena možnost dotknout se obnažených konců. Za účelem lepšího vnikání vodičů a jejich dokonalého propojení je uvnitř svorky ještě kovové pero. Vzdáleně připomíná ocelovou pružinu, je ovšem vytvořeno z drátu čtvercového profilu, takže dobře zapadá do drážky svorky. Svou vnitřní hranou se pak zařezává do vodičů a zlepšuje jejich spojení. Svorku můžeme uvolnit a opět zašroubovat, přičemž při tomto uvolnění lze změnit počet spojoovaných vodičů.



1.1.5 Ploché násuvné spoje



Pojmem plochý násuvný spoj se označuje sestava tvořená pružnou kovovou dutinkou – zásuvkou a plochým tuhým kolíkem, který lze do zásuvky zasunout. Tím vznikne trvalé mechanické a elektrické spojení mezi vnitřními plochami dutinky a vnějšími plochami kolíku, jak je patrné z obr. 11. Při vytažení kolíku je spoj rozpojen. Aby nežádoucí rozpojení nenastalo např. jen tahem vodiče, je násuvný spoj vybaven zářezkou, která zajišťuje vzájemnou polohu obou součástí při jejich úplném zasunutí. Jde o vyhloubení, důlek nebo otvor v kolíku, do něhož zapadá výstupek na dutince.

Spojení mezi vodičem a zásuvkou nebo kolíkem je nerozebiratelné – lisované (zamačkávané), deformací části (1).

Dutinky a kolíky jsou většinou určené pro spojení s izolovanými vodiči. Proto bývají vybaveny ještě druhým párem praporků (2), které slouží k uchycení izolace vodiče. Tím je vlastní lisovaný spoj odlehčen od mechanického tahu.

Ploché násuvné spoje (flat quick-connect terminations – FQCT) se rozdělují do čtyř velikostních tříd: 2,8; 4,8; 6,3; a 9,5 mm. Kritériem dělení je šířka ploché aktivní části kolíku v mm.

Materiálem plochým násuvných spojů je obvykle mosaz a cínová bronz, méně často ocel. Povrch kovů bývá pocínován, poniklován, postříbřen a někdy dokonce i pozlacen. Ocel bývá nejčastěji poniklována, měděné slitiny nemusí být ochráněny vůbec. Na materiálu a jeho povrchovém zušlechtění závisí použitelná provozní teplota takto:

- holá mosaz nebo bronz	90°C
- pocínovaná mosaz nebo bronz	110°C
- postříbřená mosaz nebo bronz	130°C
- poniklovaná ocel	250°C

2. OVĚŘOVÁNÍ KVALITY MECHANICKÝCH SPOJŮ

Mechanické spoje musí splňovat požadavky kladené na jejich funkčnost, spolehlivost a bezpečnost. Obecně jsou tyto požadavky uvedeny v technických standardech (normách). Při zkoušení určitých druhů spojovacích jednotek (svorek, upínacích jednotek atd.) je třeba postupovat podle jednotlivých ustanovení norem a výsledky hodnotit podle tam uvedených kritérií.

Na vytvořených spoích se zkouší zejména ochrana před úrazem elektrickým proudem, odolnost proti stárnutí a vlhkosti, izolační elektrický odpor, elektrická odolnost (elektrický průraz, elektrický přeskok), oteplení, odolnost proti teplu a ohni, mechanická pevnost, značení.

V laboratorní úloze se budeme zabývat elektrickou a mechanickou kvalitou spoje.

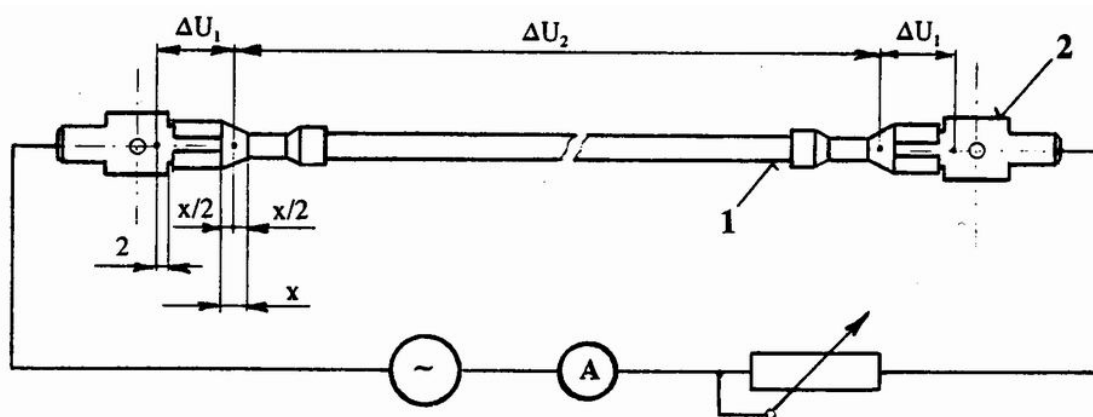
2.1. Měření úbytku napětí u prvků IPCD, TOCD, bezšroubových svorek

Úbytek napětí druhým nejdůležitějším kritériem pro hodnocení elektrické kvality kontaktu mezi vodičem a připojovací jednotkou. Změřit napětí je velmi jednoduchý, rychlý a přesný úkon. Patrně z tohoto důvodu se využívá pro hodnocení stavu kontaktu po aplikované proceduře teplotních nebo proudových cyklů. Tak je tomu u bezšroubových svorek, IPCD i TOCD. Vystavit spoje periodicky proměnnému působení zvýšené teploty či zvýšeného proudu nebo proměnnému proudu při současném trvalém zvýšení teploty, má společný důvod. Jde o vytvoření náročných podmínek, při nichž, zásluhou různé teplotní roztažnosti použitých materiálů, může nastat např. úbytek sevření vodiče, a tím ztráta elektrické kvality spoje.

Nejjednodušší proces, spojený s ohřevem spoje a následným měřením ΔU , se vyžaduje u bezšroubových svorek. Spojem protéká střídavý proud po dobu 1 h, načež se při jeho nezměněné velikosti zjistí úbytek napětí. Neměl by překročit 15 mV. Velikost proudu stanoví předmětová norma. Zkouška se provede současně se dvěma skupinami stejných svorek, přičemž k jedné z nich se připojí vodiče nejmenšího průřezu, k druhé pak vodiče největšího připojitelného průřezu.

2.2. Měření úbytku napětí u prvků FQCT

Podle dosud používaných norem ČSN se elektrické vlastnosti násuvných spojů nehodnotí podle oteplení, ale podle úbytků napětí ΔU . Schéma pracoviště je na obrázku. Velikost zkušebního proudu je normalizovaná a závisí na jmenovité mechanické velikosti násuvného spoje (šířce kolíku) a na průřezu připojeného vodiče. Proud je dodáván střídavým zdrojem, jehož napětí naprázdno nesmí přestoupit 6 V. Měřením získáme dva úbytky napětí ΔU_1 a ΔU_2 , kde ΔU_1 je úbytek napětí na styku – kolík-dutinka, ΔU_2 je součet úbytků napětí na dvou lisovaných spojích dutinky s vodičem a úbytku napětí na vodiči. Úbytek na vodiči se změří nebo určí výpočtem. Při předepsaném zkušebním proudu by neměl úbytek ΔU_1 překročit 10 mV a úbytek ΔU_2 na obou lisovaných spojích by neměl překročit 20 mV.

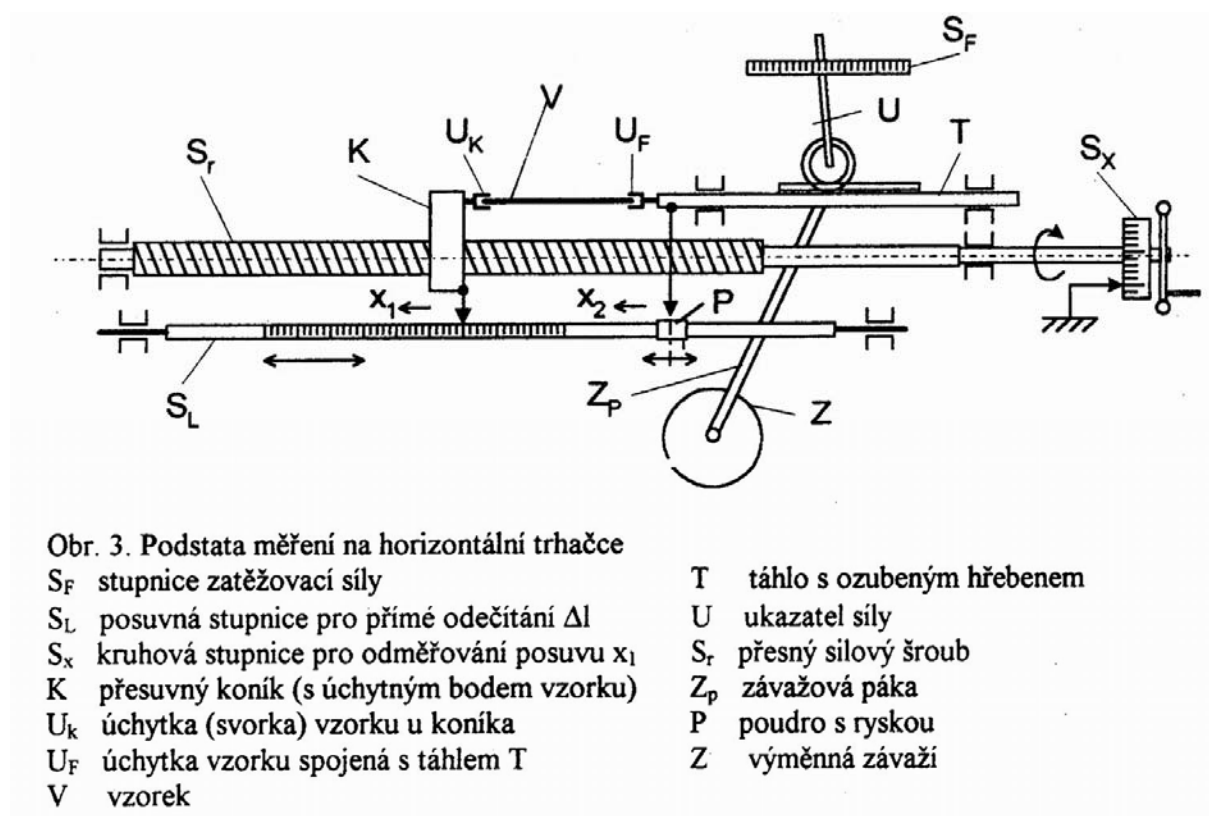


2.3. Zkouška odolnosti v tahu lisovaného spoje

K vytvoření lisovaného spoje dutinky či kolíku s vodičem je třeba použít doporučený typ vodiče a vhodnou velikost lisovacích (zamačkávacích) kleští, nejlépe podle návodu výrobce násuvného spoje. Protože se zkouška týká jen samotného dílu plochého spoje s jádrem vodiče, musí být vyloučena z činnosti ta jeho část, která slouží k zachycení izolace

vodiče. U daného typu FQCT je třeba zkoušku realizovat se všemi připojitelnými průřezy vodičů.

Provedení samotné zkoušky je velmi jednoduché. Vodič se snažíme vytáhnout ze zalisovaného spoje plynule působící silou, jejíž velikost závisí na průřezu vodiče a je uvedena v tabulce. Síla působí po dobu 1 minuty a může být vyvozena strojem na zkoušení pevnosti v tahu, běžně zvaným trhačka. Zkouška je úspěšná, neprojeví-li se mechanické uvolnění spoje.



Průřez vodiče v mm ²	0,5	0,75	1,0	1,5	2,5	4	6
Tahová síla v N	56	84	108	150	230	310	360

3. ZADÁNÍ ÚKOLU

- Osvojte si prakticky funkci a použití odizolovacích a štípacích kleští, momentového šroubováku a lisovacích kleští pro koncové žilové dutinky.
- Připojte ohebný vodič s neupraveným koncem a s koncem opatřeným žilovou dutinkou k vybranému typu šroubové svorky a výsledek porovnejte.
- Proveďte kontrolu upevnění vodičů u vybraných druhů připojovacích svorek způsobem popsaným v kapitole 2.3.
- Prověřte elektrickou kvalitu spoje zadané připojovací jednotky s odpovídajícím vodičem měřením úbytku napětí (viz. kapitola 2.1. a 2.2.)