

Ochrana před úrazy elektrickým proudem

KAREL JEDLIČKA

621.34:628

V poslední době vzrůstá používání elektrické energie. Tento vzestup přináší však s sebou i stinnou stránku věci — zvýšenou úrazovost.

Zatím co téměř všechny ostatní zdroje úrazovosti, jež mohou poškodit lidské zdraví, se projevují navenek, je nebezpečí úrazu elektrickým proudem skryto v podstatě elektřiny — v její nehmotnosti.

Přihlédneme-li ke statistice všech pracovních úrazů zjistíme, že z celkového počtu úrazů připadá na úrazy elektrickým proudem necelé 1 %. Tedy podíl překvapivě malý, rozhodně menší, než bychom očekávali vzhledem k tomu, že s elektrickým proudem se setkáváme takřka na každém kroku. Povážlivé ovšem je, že právě u úrazů elektrickým proudem dochází nejčastěji k úrazům smrtelným. Z úrazů elektrickým proudem je průměrně 12 % případů smrtelných, t. zn., že ze 100 osob zasažených elektrickým proudem končí 12 případů smrtelně.

Přes toto velké nebezpečí se dosud možnost zranění elektřinou značně přehlíží. Úrazy elektrickým proudem, které se přihodily, jsou toho nejlepším dokladem. Tak v červenci m. r. přišel o život mladý elektrotechnik při rozpínání kabelů spojených trojpolovou bakelitovou prodlužovací zásuvkou s porcelánovou vložkou 60 A, 300 V, s označením „Vadas“, která byla použita na pohyblivém přívodu elektrického proudu pro pohon vzdáleného rumpálu.

Postižený se dopustil neopatrnosti tím, že nedbal příkazu staršího elektroúdržbáře, aby si předem vypnul proud v hlavní zásuvce. Bezprostřední příčinou jeho smrti byla podle zprávy znalce Ústavu technického dozoru vadná konstrukce zásuvky Vadas. Při vytahování zásuvky z litinové spojky došlo podle jeho názoru ke styku železného upínacího třmenu s fázovou dutinkou, a to proto, že tato zásuvka má velmi malou vzdálenost třmenu od fázových svorek a není vyloučena možnost styku železného třmenu s fází. Při styku železného třmenu s fází se napětí 220 V proti zemi přeneslo na vyčnívající a nekryté hlavice připevňovacích šroubů. Protože postižený svíral v pravé ruce správně nullovanou spojku, prošel jeho tělem smrtící proud z levé ruky přes krajinu srdeční do pravé ruky a zpět k zdroji proudu.

Nebezpečí úrazu elektrickým proudem je při této konstruktivně závadné spojnici trvalé, protože k nahodilému dotyku šroubů zásuvky může dojít i kývavým pohybem při přemísťování přívodu během provozu, která je podle platných předpisů u pohyblivých přívodů přípustná.

V dalším případě byl smrtelně zraněn údržbář, který při odstraňování starého nepoužívaného vedení si stoupl na plechovou nádobu, aniž se přesvědčil, zda je vedení bez proudu, a snažil se neisolovanými kleštěmi vytáhnout vyčnívající vodiče ze zdi.

Jakmile se jich kleštěmi dotkl, byl zasažen elektrickým proudem.

Přes okamžité poskytnutí první pomoci a zákrok lékaře nepodařilo se dělníka zachránit.

Popsané úrazy elektrickým proudem nás nutí k tomu, abychom se hlouběji zajímali, v čem vlastně tkví podstata úrazů elektrickým proudem.

Je třeba vědět, že účinek elektřiny na lidské tělo závisí na mnoha činitelích. Pokusným zkoumáním bylo zjištěno, že účinek proudu závisí na cestě, kterou proud tělem prochází, na době, po kterou působí, a konečně i na tělesných vlastnostech každého jednotlivce. Nejčastěji prochází proud od ruky k noze do země. Je-li na cestě proudu srdce, orgány dýchací nebo zažívací, jsou jeho účinky mnohem nebezpečnější. Také duševní stav člověka, stupeň fyzické únavy, vědomí očekávaného úderu a požívání alkoholu mají značný vliv pro následky úrazu. Účinky střídavého proudu na nervovou tkáň a svalstvo působí nebezpečněji než proud stejnoměrný téhož napětí.

Elektrický proud protékající tělem je tím silnější, čím je napětí v elektrické síti vyšší a čím je odpor mezi místem dotyku a zemí menší. Odpor proti průchodu elektrického proudu se neobvykle snižuje vlhkem, neboť voda je dobrým vodičem elektřiny. Nebezpečí smrtelného úrazu se tedy zvyšuje, jsme-li zpoceni, máme-li provlhlou obuv a pod.

Z popisu by se zdálo, že určení velikosti napětí nebo na napětí závislé velikosti proudu, které může způsobit poškození těla, případně smrtelné zranění, je velmi snadné.

Avšak tak tomu není, neboť se uplatňuje mnoho neznámých činitelů, jejichž přesné určení je velmi nesnadné.

Předpokládáme-li, že proud silv 0,1 A je proudem smrtícím, nedovedeme přesně určit, při jakém napětí projde tento proud lidským tělem, a to proto, že odpor lidského těla, jak bylo četnými pokusy zkoumáno, kolísá v ohromných rozdílech. I když odpor uvnitř těla je více méně stálý, mění se odpor kůže na povrchu velmi podstatně, a to podle stavu vlhkosti, podle velikosti dotykové plochy, podle velikosti napětí i podle délek dob působení.

Elektrický odpor lidského těla a zejména jeho kůže je tedy hodnota velmi proměnná.

Z toho vyplývá, že nelze přesně stanovit velikost napětí nebo proudu, které jsou nebezpečné lidskému tělu. Z výsledků měření a četných pokusů usuzují různí autoři, že nebezpečí smrtelného úrazu počíná asi od 50 V v místnostech suchých a od 25 V v místnostech mokrých nebo se zvlášť dobře vodivým prostředím.

Při úrazech elektrickým proudem se při určování vlastní příčiny smrti všeobecně uvádí, že elektrický proud procházející tělem způsobuje křeče, chvění srdečních komor a ochabnutí dýchacích orgánů, ochrnutí centrálního nervstva, popálení vnitřní a vnější.

Z pojednání lékařů mimo jiné vyplývá, že je třeba rozeznávat úrazy vzniklé proudem s nízkým a vysokým napětím.

Napětí 220 V způsobuje za nepříznivých odporových poměrů okamžitou smrt, zatím co dotyk s vysokým napětím nekončí obvykle tragicky. Vyskytlo se však mnoho případů, že po úrazech vysokým napětím nastala smrt až za několik dní. Tyto zjevy jsou vysvětlovány tím, že při nízkém napětí nastává porucha rytmu srdce následkem silného chvění srdečních komor a tím zadušení. Při vysokém napětí

dochází k popálení a ke zničení tkání, obvykle svalů, kterými proud v těle nejčastěji probíhá.

Stává se, že vnější popáleniny jsou poměrně malé, ale za několik dnů se dostávají příznaky vnitřní otravy, které v těžkých případech končí smrtí. Ze svalstva zničeného vyvíjejícím se teplem vniká do krevního oběhu barvivo myoglobin, které, vyskytuje-li se v určitém množství v krvi, způsobuje těžké poškození ledvin. Toto těžké porušení vede k otravě, neboť není dále možné vylučování močových látek. V takovýchto případech následuje zpravidla v několika dnech smrt.

Lékařská věda umožňuje včasným zákrokem zachránit osoby postižené proudem vysokého napětí. Lze tak učinit rychlou operací — odstraněním poškozeného svalstva nebo rychlým dodáním tělu bohaté tekutiny, aby koncentrace myoglobinu, přešlého do krve při zničení svalstva, nepřekročila nebezpečnou mez, neboť kyselý myoglobin se stává pro ledviny mnohem nebezpečnější než alkalický.

Na rozdíl od úrazů způsobených vysokým napětím jsou úrazy způsobené nízkým napětím nebezpečné tím, že při poruše srdeční činnosti jde o zvláštní nebezpečný stav. V tomto případě soustředěná činnost srdečních svalů, která působí přechrávací krevní oběh, přechází v nesoustředěné stahování a roztahování jednotlivých svalů, srdce nebije pravidelně, jenom se chvěje, nečerpá více, krevní oběh přestává a v několika minutách nastává smrt samootravou buněk. Hlavní těžkosti při zachraňování z tohoto stavu spočívají v krátké době několika minut, které uplynou od začátku chvění do samootravy buněk.

Proto, že se napětí o 220 V nejvíce používá, je velmi značným zdrojem úrazů.

Předpisy ESČ určují dovolenou výši dotykovaného napětí v instalacích takto:

v místnostech suchých a vlhkých bez zvlášť vodivého prostředí na 50 V proti zemi,

v místnostech mokrých a v prostorách se zvýšeným nebezpečím úrazu na 24 V proti zemi.

Za nepříznivých okolností, při dobrém spojení se zemí, na příklad v umývárně lahví a pod., může dojít ke smrtelnému zranění již při napětí 60 V, případně při napětí ještě nižším.

K úrazu elektrickým proudem může dojít i tehdy, dotkneme-li se elektrického motoru nebo stroje, jehož vnitřní vinutí pro poruchu izolace dostalo vodivý styk s kovovým povrchem stroje nebo přístroje. K ochraně proti těmto úrazům musí mít všechny stabilně umístěné elektrické stroje kostru pevně spojenou se zemí. Musí být uzemněny.

Při používání těchto přístrojů, zvlášť při opravách v provozu, kde bývá vlhké a mokré prostředí, je zvýšené nebezpečí úrazu.

Nejlepší ochranou je zapojit tyto přístroje na malé napětí. Nelze-li to uskutečnit, je třeba provést ochranné uzemnění nebo nulování.

K zamezení úrazů při používání ručních přenosných přístrojů je dále třeba:

a) používat vždy ochranné rukavice dielektrické. Obvyčejné gumové rukavice dostatečně nechrání. Nepříjemné účinky pocení rukou lze zmírnit vložením trikotinových rukavic, které navlékneme do gumové rukavice,

b) pravidelně 14denně přezkoušet přístroje na uzemnění a izolaci proti kostře věci znalým elektrikářem,

c) při práci se vždy postavit pokud možno na su-

chou zem nebo isolační podložku. Nepracovat na vyvýšeninách a neohrazených místech.

Také při různých opravách zařízení a strojů, kde se právě pracuje, je třeba k hlavnímu vypínači vyvěsit varovné vyhlášky „NEZAPÍNEJ — NA VEDENÍ SE PRACUJE“. Aby i přesto nemohlo být vedení předčasně zapnuto, je dobře, vyšroubujeme-li pojistky.

Stává se též, že se na elektrickém vedení, na něž byl připojen slabý elektromotor, připojí během času elektromotor silnější, vedení se však ponechává beze změny.

Slabé vodiče nesnesou zesílený proud, zahřívají se, izolace vodičů začne doutnat a může způsobit požár.

Stejně i nekryté žárovky v prašných místnostech ve mlýnech, cukrovarech, škrobárnách a j. mohou zavinit doutnání nebo vznícení prachu a požár.

V místnostech, kde se zpracovávají nebo používají lehce zápalné nebo výbušné látky, musí být elektrická instalace provedena podle zvláštních bezpečnostních předpisů pro místnosti nebezpečné výbuchem (předpisy ESČ — část XIV, ČSN 34 1400).

Další závažnou věcí jsou neodborné opravy pojistek. Opravující často ani neví, že pojistka zajišťuje elektrické zařízení před poškozením, že slouží k samočinnému přerušení proudu při poruše nebo proniknutí nebezpečného napětí na konstrukci strojů a spotřebičů a že zabraňuje i nebezpečnému zahřívání vedení a motorů při různých poruchách a tím zabraňuje i vzniku požáru.

Provádění a udržování elektrických zařízení je třeba věnovat největší péči a pozornost jak s hlediska bezpečnosti práce, tak také hospodárnosti provozu.

Veškeré opravy je třeba svěřit odborně školeným zaměstnancům, kteří skýtají záruku, že zařízení budou bezpečně a dobře opravovat. Opravy je třeba provádět vždy okamžitě, i když jde zdánlivě o drobné úpravy.

Abychom snížili počet úrazů elektrickým proudem, musíme přesně dodržovat předpisy ESČ, které podrobně stanoví veškeré požadavky na vlastní provedení, udržování i obsluhu elektrického zařízení. Zvláště ve XII. části obsahují tyto předpisy vše-

obecné pokyny. Pracovní předpisy musí být dodržovány u nových i starých zařízení.

Podle uvedených norem (ČSN — ESČ 1950) musí být každé elektrické zařízení revidováno v pravidelných lhůtách.

Revise provádějí znalci Ústavu technického dozoru (ÚTD), kteří podle vl. n. č. 53/52 Sb. o zajištění bezpečnosti a hospodárnosti provozu sledují stav technických zařízení pro zajištění bezpečnosti lidského života a zdraví, národního majetku a jiných hospodářských hodnot, jakož i hospodárnost po stránce tepelné techniky.

Tomuto odbornému technickému dozoru podléhají technická zařízení, při jejichž provozu může dojít k ohrožení bezpečnosti práce. Orgány Ústavu technického dozoru vykonávají pravidelné prohlídky a přímo na místě sepisují revisní zprávy na předepsaném formuláři. V těchto zprávách hodnotí celkový stav kontrolovaného zařízení a ukládají úpravy, které je třeba dokončit ve stanovené lhůtě. Přesné pokyny k revisím elektrických zařízení a hromosvodů vydal Úřad pro normalisaci. Tyto pokyny jsou doplňkem normy ČSN ESČ 1955 „Revis elektrických zařízení“.

ÚTD má také dozor nad revisemi, které konají odborně školení zaměstnanci závodů podle předpisů ESČ.

Podle uvedených předpisů musí mít závod pro obsluhu a údržbu elektrického zařízení kvalifikované zaměstnance, kteří musí pravidelně čistit a prohlížet elektrická zařízení ve lhůtách podle důležitosti zařízení a provozních poměrů.

Nejméně jednou do roka se musí odborně prohlédnout nebo přezkoušet každé zařízení vn, jakož i ta zařízení nn, u kterých to vyžaduje zájem veřejné bezpečnosti, a ta zařízení, o jejichž řádném stavu má být podán důkaz. O výsledku prohlídek se musí vést záznamy, které musí být uschovány po dobu 3 let. Shledané závady se musí odstraňovat v přiměřené lhůtě. V záznamech se uvede, jak byly závady odstraněny. Tyto záznamy musí mít závod k dispozici pro kontrolní účely.

Zajistit bezpečnost našich pracujících a jejich zdraví je společným úkolem nás všech. Úspěšné vedení tohoto boje pomůže nejen zachránit lidské životy a zdraví pracujících, ale současně odkryje nové zdroje růstu produktivity práce.