

Dinamična in statična elektrika kot vzrok požara

Vlado Vidic

Elektrifikacija zaznamuje po vojni silen napredok; uporaba električne energije se je več kot podvojila. Vse to pa ima poleg velikih koristi v sebi tudi nekaj negativnega. Električni tok namreč dostikrat povzroči požar.

Na nobenem področju pa ni bilo v zvezi s preiskavo storjenih toliko napak kot ravno na tem. To je nedvomno zato, ker si lahko pridobimo izkušnje samo s prakso in natančnimi preiskavami.

Nekaj osnovnih pojmov iz elektrotehnike

Električni tok lahko preprosto primerjamo s tokom vode skozi vodovodno napeljavco. Vodni tok ima določeno jakost in pritisk, cevi pa pomenijo zanj določen upor. Tudi električni tok ima svojo jakost, ki jo merimo z amperi (A), napetost, ki jo merimo z volti (V), in upor, ki ga merimo z ohmi (Ω).

Po Ohmovem zakonu je jakost toka toliko večja, kolikor večja je napetost in kolikor manjši je upor tokovodnika. Če mora električni tok premagovati v žici velik upor (na primer, če je žica tenka), se bo ta močno segrela ali celo razžarila. To se praktično uporablja v električnih pečeh, kuhalnikih, žarnicah in drugih električnih gelnih napravah.

Fizik Joule je ugotovil, da jačji tok močneje segreje žico. Po njem se ta toplota tudi imenuje jouljska toplota. Kjerkoli torej teče električni tok, se pojavlja ta toplota, ki je lahko koristna ali škodljiva.

Prevodniki zunanjih električnih napeljav so navadno gole bakrene žice, ki dobe ob hišah odcepe. Ko pride tokovodna žica v stavbo, jo moramo izolirati, s čimer preprečimo odtekanje toka po zidovih v zemljo, hkrati pa tudi preprečimo, da bi bil dotik za človeka nevaren.

Izolacijska snov je lahko gumi, bombaž, svila, papir, razne nove plastične snovi itd. Vsaka izolacija ima svojo življenjsko dobo, ki je v prvi vrsti odvisna od temperature. Pri

visoki temperaturi hitreje razpada; ko ni več izolacije, tudi ni več zanesljive napeljavce.

Napeljave tudi niso povsod izdelane po predpisih. Posledica tega so dostikrat požari. Kot vzrok požara pa se največkrat navaja kratek stik. Pogosto pa je kratek stik tudi samo izgovor za kakšen nerazjasnjen primer.

Elektrotehnični predpisi

Leta 1952 je Zvezna komisija za standarizacijo izdala standarde za električne instalacije (JUS), ki veljajo kot začasni predpisi za izvedbo električnih instalacij. Deloma pa se pri nas ravnamo tudi po predpisih VDE (Zveza nemških elektrotehnikov), ki določajo življenjsko in pred ognjem varno gradnjo elektrotehničnih naprav; vsebujejo pa tudi podatke glede izdelave električnih strojev, aparatov in drugega elektrotehniškega materiala ter mehanske, električne in magnetne lastnosti surovin, ki jih pri izdelavi uporabljamo.

Varovalke

Da bi v kakšno napeljavo ne vdrl močnejši tok, kot ga ta prenese, in da bi preprečili posledice, oslabimo na določenih mestih v napeljavi prereze tako, da se pri previsokem, za napeljavo nevarnem toku ta mesta pretalijo, prekinejo dotok električne energije in s tem preprečijo nesrečo. Ta mesta so varovalke.

Ker nastane pri pregoru varovalne žice svetlobni lok, to je močna električna iskra, moramo preprečiti, da se plamen ne razširi na sosedne, morebiti gorljive predmete. Zato vložimo talilno žico v porcelanasto varovalno patrono.

Na vsaki varovalni patroni je označeno, za kolikšno napetost in za kolikšen tok je varovalka izdelana. V spodnji razpredelnici lahko najdemo največje dopustne tokove za nekatere prereze bakrenih izoliranih vodnikov ter ustrezne varovalke:

Prerez vodnika v mm^2	1	1,5	2,5	4	6	10
Največji dopustni tok v amperih	12	16	21	27	35	48
Varovalka (A)	6	10	15	20	25	35
Barva značke na varovalnem vložku	zelena	rdeča	siva	modra	rumena	črna

Po pravilu je treba pregorele varovalke zamenjati z novimi, ne pa jih krpati in premočevati z nepravilno dimenzioniranimi ži-

cami. Premočene varovalke so nevarne, ker lahko skoznje teče močnejši tok, ki ga napeljava ne prenese. Zaradi tega se začno segre-

vači, končno pa ob ugodnih pogojih izbruhne požar. Vedeti moramo tudi, da premošcene varovalke niso vedno vzrok požarov. Mnogočasno ni mogoče dokazati vzročne zvezze med premoščenimi varovalkami in izbruhom požara. Znani so primeri, da celo pri predpisani originalni varovalki lahko nastane požar zaradi izolacijske napake, ne da bi ta pravčasno pregorela.

Priporočljivo bi bilo, da bi se vsak preiskovalec požarov nadrobno seznanil z električnimi instalacijami. Natančne podatke bi dobil v knjigi inž. Permeta Električne instalacije in razsvetljava, ki jo je izdala Elektrotehniška prosveta v Ljubljani 1959. leta.

Kratek stik

Če pride med dvema neizoliranimi žicama do dotika, nastane kratek stik. Med žicama tedaj ni upornosti, zato poteka mnogo močnejši tok. Ker je toplota, ki jo proizvaja električni tok, sorazmerna kvadratu toka, v času kratkega stika močno naraste. Zaradi nje se uniči vsa izolacija, raztali pa se lahko tudi žica.

Kratek stik je lahko popoln ali nepopoln. Popoln nastane, če se neposredno, to je brez vmesnega upora, dotakneta dva voda, ki sta pod napetostjo. Popoln kratek stik je za nastanek ognja manj nevaren in se tudi redkeje pojavlja. Navadno je njegov predhodnik nepopoln kratek stik. Ta pa nastane, če se dotikata dva voda, ki sta pod napetostjo in med njima obstoji določen upor. Ti stiki so zlasti nevarni tudi zato, ker zaradi njih varovalke dostikrat ne pregore.

Če je električna napeljava v dotiku s kakšnim prevodnim predmetom, ki se stika z zemljo, bo električni tok tekel v celoti ali delno v zemljo. To imenujemo zemeljski stik.

Pri kratkem ali pri zemeljskem stiku lahko nastane električni obločni plamen, ki vžge vnetljive snovi v bližini.

Če je električna instalacija izvedena po predpisih, redno kontrolirana in pravilno uporabljana, do kratkih stikov ne more priti in je nevarnost požara skoraj izključena.

Če pride do kratkega stika, je, razen v nekaterih izjemnih primerih, ko kratek stik povzroči živali, nekdo zanj odgovoren in tudi če izključimo naklepen požig s pomočjo električnega toka, bomo še vedno lahko dokazali malomarnost.

Kratek stik pomeni torej v večini primerov malomarnost. Dostikrat bomo ugotovili, da je napeljava šušmarsko izvedena ali da je lastnik na svojo roko napeljal in urejal instalacije. Najpogosteje pa bomo našli nepravilno premoščene varovalke ali pa je lastnik pozabil izključiti kakšno električno grelno napravo.

Za preiskovalca mora veljati osnovno pravilo, da je elektrika vzrok požara samo takrat, kadar to lahko neizpodbitno dokaze.

Kje iščemo vzroke požarov v električni instalaciji

Zlasti nevarna mesta v električni napeljavi so slabi spoji, ki se iskrijo. Tu se lahko pojavlja celo obločni plamen. Slabi spoji so v razdelilnih dozah ali na drugih mestih. Nevarnost pa je še posebno velika, če doze nimajo varovalnih pokrovov in obločni plamen lahko doseže vnetljive predmete. Če se doze (vtičnice), stikala in podobne naprave segrevajo, je vzrok skoraj vedno slab spoj.

Nevarno mesto nastane tudi tam, kjer se zaradi stisnjjenja zmanjša debelina prevodnika. Na takšnem mestu se električni upor poveča, zato se to mesto segreva in lahko vžge bližnje predmete.

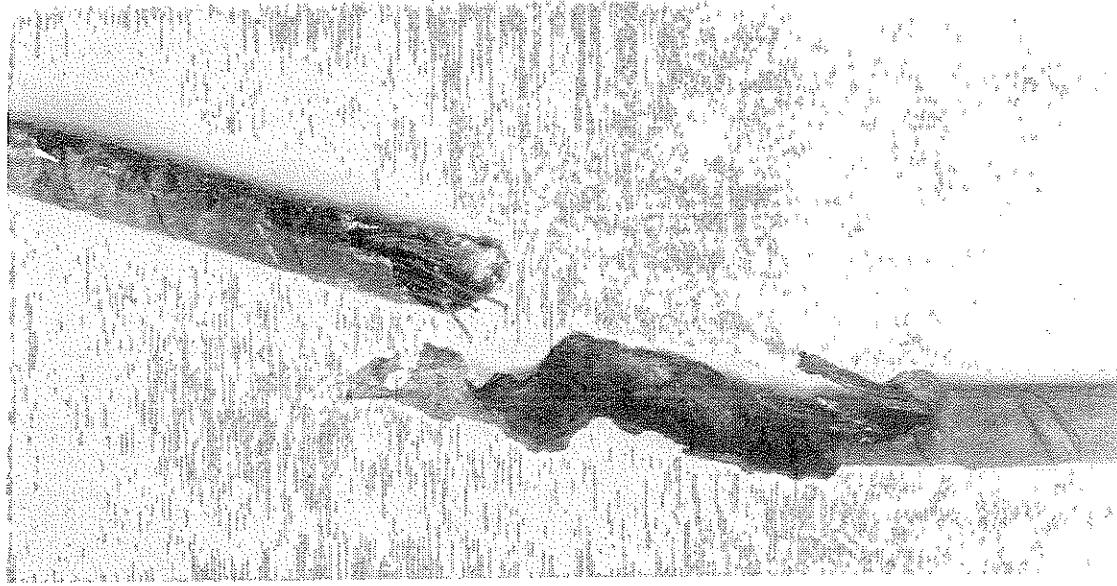
Zelo radi povzroči požar zaprašeni elektromotorji, ki se preveč segrevajo. Prav tako se lahko vname tudi les, če je nanj montiran neposredno, t. j. brez toplotne izolacije, električni zaganjač in če ta ostane v zagonskem položaju ter se razzari.

Če pri vključenem trifaznem motorju izpade ena faza in motor ni proti temu zavarovan z varovalnim stikalom, se bosta drugi dve tuljavi motorja, ki sta še vključeni, zaradi preobremenitve segreli. Dostikrat zaradi tega ne pregore varovalke in če ostane motor v takšnem stanju vključen dlje časa, se prežge izolacija. Odprt motor v bližini vnetljivih snovi pomeni v tem primeru nevarnost za požar.

Električni vodi vseh notranjih instalacij so navadno izolirani. Zaradi večje varnosti pa so položeni še v izolirne ali zaščitne cevi (bergmanske, pešlske in druge cevi). Doslej se je pretežno uporabljala gumijeva izolacija. Znano pa je, da se guma v 15—20 letih izrabi, tako da se v izolaciji pojavi razpoke in se gumijev sloj krha. Če v takšno izrabljeno in morebiti še mehanično poškodovano napeljavo vdre prevodna vlaga, ki jo je zlasti dosti v hlevih in drugih vlažnih prostorih, ne more izolacija več preprečiti pretakanja sl-



Sl. 1



Sl. 2

bege toka od voda do voda oziroma od enega voda do kovinske zaščitne cevi, kakor hitro so ti pod napetostjo. Te napake imenujemo izolacijske napake. Zaradi tega, ker jih največkrat ne moremo pravočasno opaziti, so za ogenj najbolj nevarne.

Glede na izolacijske napake so najbolj nevarni hišni priključni vodi do hišne razdelilne plošče ali omarice. Če na strešnem drogu ni varovalk, štejemo te vode za tako nezavarovane, da lahko kratki stiki z obločnim plamenom trajajo minute dolgo z močjo 1—3 KW in več, ne da bi pregorele močne varovalke v transformatorski postaji. Teh napeljav tudi ni možno kontrolirati in so izpostavljene vetrovom in vremenskim spremembam v tolikšni meri, da moramo računati s predčasno izrabbo. (Takšen je bil primer požara gospodarskega poslopja Ivana Krošlja v Jaroslavicah, okraj Novo mesto, dne 25. marca 1960).

Izolacijske napake nastanejo zlasti rade med prevodniki v zaščitnih ceveh, ki vodijo skozi prostore, v katerih so velike temperaturne spremembe. Takšni prostori so zlasti hlevi, kjer se zaradi vlažnega, toplega zraka, amoniakovih par in par solitrne kisline ter zaradi sprememb temperature tvori v ceveh zelo nevarna kondenzirana voda. Ta se zlasti nabira v krivinah cevi. Voda, ki vsebuje amoniak, vdira v izrabljeno izolacijo in jo napravi prevodno.

Skozi mesto, kjer je izolacijska napaka, teče najprej slabši tok, ki se vedno bolj jača, končno pa se pojavi obločni plamen s temperaturo okoli 3000° C. Zaradi tako visoke temperature se začneta topiti baker in železo. Če obločni plamen traja dalj časa, se lahko stopi

tudi vod za več centimetrov, topljenje pa se razsiri tudi na kovinske stene zaščitne cevi. (Slika 1. in 2.).

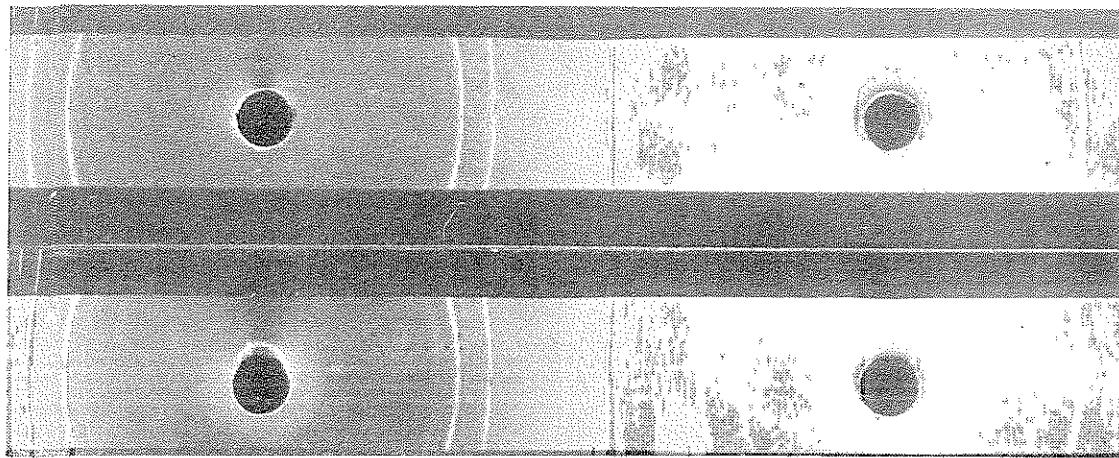
Večkrat se v zvezi s tem pojavlja vprašanje, ali so se bakrene žice stopile zaradi kratkega stika ali zaradi vročine ognja.

Baker se topi pri 1083° C. Ta temperatura pa se pri požarih skoraj redno doseže že na višini nekaj metrov od tal. Povišuje pa se tedaj, če se vname večja količina goriva. Če leže bakrene žice navpično, najdemo na nekaterih mestih stanjanje, na drugih pa kaplje. Pri vodoravnih legih vodov najdemo prav tako kaplje in ne tako dolgo stanjanje kot pri navpično ležečih vodih. Oblika topljenja zaradi ognja se največkrat že na zunaj razlikuje od topljenja, ki ga povzroči električni tok. Če so se v ognju segrevali prosto viseči vodi, se natezna trdnost bakra zmanjša ter se začne segreta žica tanjšati, končno pa se pretrga. V tem primeru so konci žic tanki in nimajo za kratek stik značilnih bakrenih kroglic. Če najdemo raztaljena mesta, ki so nastala zaradi električnega toka, s tem še nikakor ni dokazano, da je ogenj nastal zaradi kratkega ali zemeljskega stika.

Ali je kratek stik vzrok ali posledica požara?

V naši reviji smo v 4. številki letnika 1958 objavili članek o rentgenski analizi v kriminalistiki. V njem je med drugim opisana tudi uporaba te analize pri ugotavljanju, ali je kratek stik vzrok ali posledica požara.

Ta problem je načel in obdelal dr. inž. Schöntag ter svoje izsledke objavil v Arhivu za kriminologijo.



Sl. 3

Po njegovih ugotovitvah spremeni pregor tokovodnika strukturo bakra, in sicer se zradi pregora s tokom ali z ognjem poruši kristalna struktura bakra. Nekateri kristali začno rasti na račun drugih, na meje med njimi pa se veže kisik. V našem članku je med drugim rečeno: »Če nastane kratek stik kot posledica požara tako, da so vroči plini učinkovali najprej na izolacijo in šele potem na električni vod, potem je pregrevanje bakrenih tokovodnikov potekalo v atmosferi, ki je vsebovala malo kisika. Vroč baker ima do kisika veliko afiniteto in ga skuša čimveč potegniti iz svoje okolice. Ker pa v tem primeru ni na razpolago veliko kisika, ne more priti do tvorbe bakrovega oksida in oksidula.

Ce se je bakrena žica pregrevala že dlje časa pred kratkim stikom in to po večji dolžini, je to povzročilo najprej počasno nabrekanje, nato pooglenitev in končno krušenje izolacije. Tako je bila vroča bakrena žica izpostavljena atmosferi, ki je vsebovala mnogo kisika. Pri rentgenskem stereo-posnetku bi v tem primeru opazili med kristaliti vložke bakrovega oksidula.«

Z rentgenskimi diagrami v obliki tako imenovanih Debye-Scherrerjevih obročev, ki jih ustvari sodoben rentgenograf Kristalflex, je možno pokazati razlike v kristalni strukturi (slika 3). V nekem drugem delu navaja dr. Schöntag, da bi rentgenografska metoda pripeljala do cilja le tedaj, če struktura bakrene žice ne bi bila spremenjena zaradi ognja.

Navedeni postopki pa so v glavnem le teorija. V praksi nam doslej ni uspelo podati niti enega zanesljivega manjenja, ker so razlike v kristalni strukturi tako malenkostne, da nam kaj takšnega ne dopuščajo.

Pomemben je včasih tudi pregled ostankov tokovodnih žic pred mestom kratkega stika in za njim, in sicer zaradi ugotovitve nji-

hove krhkosti. Dr. Schöntag navaja, da so ostanki žic pred mestom kratkega stika tako krhki, da se zlomijo že pred pregibom za kot 90°, medtem ko so ostanki žic za mestom kratkega stika še razmeroma mehki in prenesajo tudi večkratno upogibanje. Upogibna trdnost bakrene žice je odvisna predvsem od vsebovanja kisika v njej. Če vdre v kristalno strukturo kovinskega bakra samo 0,1 % kisika, že vpliva to na krhkost materiala.

Vsebovanje kisika je možno določiti poleg rentgenografske metode z Debye-Scherrerjevimi diagrami tudi še analitsko z elektrolizo bakra v razredčeni solitrni kislini, če je kisik v količinah 0,1—1 %, in mikroskopsko, če je količina kisika pod 0,1 %.

Kisika je dovolj le v normalni atmosferi, medtem ko ga v ognju ni, marveč prevladuje tu ogljikov dioksid, ki oksidacijo celo preprečuje. Tudi te ugotovitve slonijo le na teoriji. Pri praktičnih preizkusih s kratkimi stiki se je žica upognila še več kot dvajsetkrat, preden se je zlomila.

Na ljubljanski univerzi je inž. Kovič za svojo diplomsko nalogu izvedel na bakrenih žicah vrsto analitskih postopkov. Žice je izpostavil žarjenju v muflovki po eno uro pri 400° C, 700° C, 800° C in 900° C. Nato je žice enakega premera žaril v plamenu lesa tri ure in v plamenu premoga eno uro. Nadalje jih je žaril 17 minut s tokom 400 A, 12 minut s tokom 500 A, končno pa jih je izpostavil za šest sekund kratkemu stiku 750 A in za dve sekundi kratkemu stiku 850 A.

Rezultati teh preiskav se delno razlikujejo od ugotovitev dr. Schöntaga. Pokazali so, da so razlike v kristalni strukturi bakrenega tokovodnika zaradi vezanja kisika tako majhne in nejasne, da na podlagi mikroskopske preiskave obrusov ni možno podati določenega mnenja glede tega, ali je požar nastal kot po-

sledica kratkega stika, ali pa je kratek stik nastal kot posledica požara.

Inž. Kovič pravi v svoji diplomske nalogi glede sekundarnega kratkega stika: »Če je kratek stik posledica zoglenitve in odpada izolacije, je žica lahko v oksidni ali pa reduktivni atmosferi. Brž ko je v oksidni atmosferi, so vsi zaključki lahko enaki onim pri primarnem kratkem stiku. Da bi bila žica ves čas požara v reduktivni atmosferi, je nemogoče. Potrebni kisik za gorenje bi gotovo dosegel tudi žico.«

Tudi kemične analize žic, s katerimi so skušali ugotoviti vsebovanje oksidov, so doslej pokazale tako malenkostne razlike, da ni bilo mogoče podati jasnega mnenja.

Metalografjska in rentgenografska analiza bosta torej lahko le del ostalih preiskovalnih metod. Samo na podlagi imenovanih analiz pa rezultatov ne moremo šteti za objektivne in točne.

Kadar gre za kratek stik v strešnem stojalu za dovod električnega toka, je možno teoretično po nekaterih drugih znakih ugotoviti, ali gre za primaren ali sekundaren kratek stik.

Kratek stik oziroma električni obločni plamen med tokovodnikoma sprosti temperaturo okoli 3000°C . Zaradi tako visoke temperature se del bakrenega tokovodnika spremeni v plin. Bakreni hlapci se od mesta kratkega stika v stojalu vzdigajo navzgor in se na hladnejših stenah zgornjega dela kondenzirajo. Kondenzacija lahko poteka samo na hladnejših stenah stojala. Če bi bilo stojalo segreto zaradi zunanjega požara, kondenzacija v takšni obliki verjetno ne bi bila možna. Pojav kondenzacije bakrenih hlapov kaže torej na primaren kratek stik. V praksi s to teorijo še ni bilo rešeno vprašanje primarnega ali sekundarnega kratkega stika.

Navzočnost bakra bi bilo možno kolorimetrijsko določiti na odrgnjnjem materialu iz raznih delov stojala. Še zlasti natančno pa je možno spektrografsko dokazati navzočnost izparjenega bakra na notranji strani zaščitne cevi ali na predmetih in podlagah v neposredni bližini kratkega stika.

Z vprašanjem primarnega ali sekundarnega kratkega stika se je ukvarjal tudi doktor Specht. Čeprav je postopek šele v preizkušnji, omenja v 120. zvezku Arhiva za kriminologijo, da bakrene žice s sledovi kratkega stika lahko podvržemo preiskavi z ultrazvokom.

Pri preiskavi neke 4 mm debele bakrene žice iz električnega strešnega stojala je v ehoskopu in sonometru ugotovil, da žica samo v neposrednem območju kratkega stika, in sicer do 3 cm desno in levo, kaže jasno duše-

nje refleksije (odboja) ultrazvoka. Tako je možno dokazati, da je bila žica samo na mestu kratkega stika, na dolžini 6 cm, močneje segreta in da je šlo tu za kratkotrajen kratek stik, ki je nastal pred požarom.

Znani so tudi primeri, da je bilo možno že iz stanja na samem kraju ugotoviti, ali gre za primaren ali sekundaren kratek stik. Zlasti je za to važen pojav različnih motenj v električni napeljavi pred izbruhom požara. Pa tudi če žarišče požara ni na mestu kratkega stika, temveč drugje in se je ogenj zaradi vetra ter drugih okoliščin razširjal v tisto smer, kjer je mesto kratkega stika, bo to lahko očiten dokaz, da gre za sekundaren kratek stik.

Na katera splošna vprašanja je treba odgovoriti, kadar preiskujemo požar, ki je nastal zaradi električnega toka

Pri vsakem požaru je treba odgovoriti na vrsto pomembnih vprašanj. Seveda vprašanja, ki jih navajamo niže, ne zadostujejo vedno in niso umestna v vsakem primeru, ker se vsak požar drugače razvija. Razen tega pa je treba v zvezi z električnimi instalacijami razjasniti še mnoga druga specialna vprašanja:

- Ali obstoji v zgorelem objektu kakršnaki električna napeljava?
- Katera elektrarna dobavlja električni tok oziroma iz katerega transformatorja je speljana napeljava?
- Kateri vzrok požara šteje oškodovanec za najbolj verjetnega?
Ali krivi električno napeljavo kot povzročiteljico? S kakšno utemeljitevijo?
- Kje so se pojavili prvi plameni (žarišče požara)? Ali je na mestu izbruga požara kakšen del električne instalacije?
- Ali je pogoreli objekt imel uvod električne napeljave skozi strešno stojalo?
Uvode skozi strešno stojalo je treba zlasti kritično pregledati, ker izolacija v cevi strešnega stojala zaradi temperaturnih sprememb in često zaradi deževnice dostikrat zelo zgodaj razpadne. Najbolj nevarno mesto je tam, kjer se med seboj kosata mraz in vročina, to je največkrat 30–50 cm pod streho. Neredko se zgodi, da se del cevi strešnega stojala zaradi obločnega plamena stopi in se vname bližnji vnetljivi material.
- Ali je nastal požar zaradi kakšne napake v nezavarovani električni napeljavi, ki vodi od zunanjega hišnega priključka do razdelilnika, na katerem so navadno tudi varovalke?

Uvodne napeljave so kot nezavarovane često zelo nevarne za ogenj. Dostikrat tudi niso instalirane po predpisih.

- Ali je nastal ogenj zaradi napake v električni svetlobni napeljavi ali v napeljavi za pogonske stroje?

Kaj govori za takšno domnevo? Vsekakor je moral biti tisti del napeljave pod napetostjo, kar je v vsakem primeru treba obvezno ugotoviti. Sem spadajo tudi napeljave skozi prostore, v katerih ni nobenih električnih priključkov, in pa premični kabli premakljivih motorjev, ki so ostali pod napetostjo, ker jih niso izključili z glavnim stikalom, ali pa niso izvlekli vtičala. Požar lahko nastane v takšnih primerih zaradi napake v kablu, tudi če je bil motor sam izključen.

- Kako je bila speljana napeljava in v kakšnem stanju je bila?

Koliko električnih tokokrogov je obstajalo in kam so vodili?

- Koliko je bila stara napeljava in iz kakšnega materiala je bila? (Goli vodniki, izolirani vodniki, vodniki za prenesljive porabnike, opleteni vodniki, napeljava v izolirnih ali zaščitnih ceveh, kabli itd.).

- Kdaj je bila napeljava zadnjikrat pregledana in kdo jo je pregledal? Ali so bile tedaj ugotovljene kakšne pomanjkljivosti? Katere?

- Ugotoviti je treba vrsto, moč, namestitev in stanje varovalk ter v katere podstavke so bile posamezne varovalke uvite! Zato pri ogledu vsako varovalko pri zavarovanju označimo in isti znak narišemo tudi na podstavek varovalke. Izdelamo tudi skico oziroma fotografijo, iz katere bo razvidna razporeditev varovalk.

- Ali so varovalke često pregorevale? Ali so bile zakrpane ali premošcene? Kdaj so varovalke pregorele na dan požara?

- Ali so bile glavne varovalke v času nastanka požara plombirane?

- Ali so bile varovalke morda že pred požarom izključene oziroma so pregorele in kdo jih je izključil oziroma zakaj so pregorele?

- Kakšne so bile varovalke v transformatorju? Ali niso bile morda tu predimensionirane? Ali jih ni morda dežurni električar po požaru zamenjal?

- Ali je smrdelo pred nastankom požara po gumiju oziroma po smodeči se izolaciji?

- Ali so v električnih napravah že dostikrat prej nastale motnje? Kakšne?

- Ali so bila kakšna stikala, električne spojne priprave ali drugi deli električnih naprav vroči?

— Ali je morda človeka pri dotiku sten, napeljav, železnih predmetov in podobnega elektriziralo?

- Ali je nastal požar zaradi kakšne električne naprave, kot je motor, zaganjač, električna peč, likalnik in druge ogrevalne naprave, ki je niso izključili?

Zlasti električni likalnik je bil že dostikrat vzrok požara.

Dokazovanje je v tem primeru lahko, vendar se dogode tudi bolj zamotani primeri. Najenostavnejši je primer, če je dovodni kabel likalnika tudi po požaru še priključen na vtičnico in naprava nima posebnega lastnega stikala. Tedaj tudi priključki vtičala ne bodo oksidirani. Težja pa je zadeva, če je likalnik padel s podlage, ki je pregorela, in je pri tem teža likalnika izvlekla vtičalo. Zaradi ognja bodo kontakti čepi vtičala oksidirani. Izvedenec bi namreč tedaj podal mnenje, da likalnik ni bil vključen, kar pa v resnici ne drži. Vedno je treba najprej preskusiti, če likalnik pri padcu lahko potegne vtičalo iz doze. Ali se je likalnik grel od znotraj navzven, to je zaradi elektrike, ali od zunaj navznoter, to je zaradi ognja, je po obarvanju kovine težko ugotoviti. Obstaje pa včasih nekatere druge možnosti, po katerih se ugotovi smer prodiranja topote.

- Ugotoviti je treba vrsto elektromotorja, na primer odprt, zaprt, kratkostični, asinhronski.

— Ali je motor delal neravnomerno? Ali so se slišali sumljivi šumi? Ali je tekel počasi? Ali je bil vroč?

- Ugotoviti je treba vrsto, lego in namestitev motorskega stikala! Kakšen je bil položaj stikalovega vzvoda ob najdbi?

Vzvoda ne smemo premikati, stikalo moramo zavarovati in fotografirati!

- Zavarovati moramo stikala električnih svetilk v prostorih, kjer je domnevno nastal požar. Nikakor ne smemo dopustiti, da bi se položaj stikala spremenil!

- Ali je prišla morda žarnica v stik s kakšnimi vnetljivimi snovmi?

- Ali je kdo opazil na električnih instalacijah pogorele hiše ali sosednih stavb kakšne pozornost zbujače posebnosti, kot na primer obločni plamen na električnem vodu, večje motnje (hreščanje) v radijskem sprejemniku pred požarom in med njim? Morda so žarnice svetlo in temno gorele ali utripale, oziroma niso niti gorele zaradi izpada enega faznega voda, ali pa je zaradi iste napake brnel motor. Ali so postajale te motnje vedno močnejše? Vse to kaže na primaren kratek stik.

- Ali je električna napeljava med požarom še delovala? Kako dolgo je gorela luč po nastanku požara? Ali je ugasnila počasi ali v hipu?
- Kdaj, kako in kje je bila napeljava v hiši odklopjena in kdo jo je odkloplil? Ali je bila odklopjena v transformatorju s tem, da je kdo odvил varovalke, ali s stikalom? Ali je morda kdo prerezal napeljavo oziroma odvил varovalke v stavbi, kjer je nastal požar?
- Ali je morda nestrokovnjak v prostoru, v katerem je nastal požar, šušmarsko napeljal elektriko ali jo popravljal? Kdo je pred nastankom požara popravljal električne instalacije, kaj je popravljal in s kakšnim namenom so bila ta dela opravljena?
- Ali je med sumljivimi kakšna oseba, ki zna ravnati z električnimi napravami (na primer radioamater)?
- Kakšno dokazilno gradivo je bilo zavarovano? Prevodnikov z raztopljenimi mesti naj preiskovalec ne vleče iz zaščitnih cevi! Preiskovalec, ki je zavaroval oziroma vzel te napeljave, mora natančno navesti, kje in kako je bila postavljena napeljava v času nastanka požara. Vedno naj pred odstranitvijo napeljave napravi dobre foto posnetke oziroma skice napeljave.

Da bi bili popolnoma prepričani glede nastanka požara, moramo brez pogojno preiskati celotno električno instalacijo v pogorelem objektu. Vsa po ognju poškodovanu instalacijo v razrušenih delih poslopja moramo tako rekonstruirati, da dobimo popoln dokaz o napeljavi, odvodnih mestih itd. Seveda zahteva to mnogo ur ali celo več dni dela, zlasti če je treba odtrgane dele napeljave previdno izgrevati iz pogorišča in jih vključiti na ustrezna mesta v napeljavi. Samo celotna podoba električne napeljave dovoljuje čestokrat nedvomne zaključke.

Važno je tudi, da najde izvedenec pogorišče v prvotnem, nespremenjenem stanju in da sam išče in razkopava po pogorišču. Le tako bo lahko zanesljivo rekonstruiral prvotno električno napeljavo.

To metodično, obsežno in dolgotrajno delo daje v takšnih primerih edino oporo za uspešno strokovno mnenje.

Torna ali statična elektrika kot vzrok požarov in eksplozij

Že stari Grki so vedeli, da jantar, to je smola pradavnih iglavcev, privlačuje prah, če jantar drgnemo z volneno krpo. Grško ime za jantar je elektron. Iz tega izraza izvira tudi današnje ime za elektriko.

Podobno kot jantar privlačuje tudi pečatni vosek, če ga drgnemo z volneno krpo, ali pa ebonitna oziroma steklena palica in še razne druge snovi.

Vsakdo je opazoval tudi že pojav, da nam suhi lasje, ki jih češemo z ebonitnim glavnikom, prasketajo. V temi pa bi celo opazili, da se med česanjem zaradi majhnih električnih isker svetlikajo.

Če drgnemo stekleno palico z usnjem, ki je namazano z amalgamom, to je z zlitino živega srebra in srebra, bo palica privlačevala lahke delce. Če se s to palico dotaknemo kovinske kroglice, viseče na tanki nitki, bomo opazili, da je kroglica postala električna, kajti če ji približamo drugo kroglico, ki je tudi naelektrena s to nadrgnjeno palico, bomo videli, da se kroglici odbijata.

Če pa bi med seboj približali dve kroglice, izmed katerih smo eno naelektrili s stekleno palico, drugo pa z ebonitno, bi opazili, da se bosta ti kroglici privlačevali. Ko pa se bosta dotaknili, bosta takoj izgubili svojo naelektrnost.

Opazimo lahko tudi, da postane pri drgnjenju električno tudi amalgamirano usnje ali volnena krpa.

Vsi ti pojavi nas uče, da imamo dve vrsti elektrike, pozitivno na nadrgnjeni stekleni palici in negativno na ebonitni, ter da lahko elektriko prenašamo s predmeta na predmet. Razen tega ugotovimo, da se istovrstni električni odbijata, raznovrstni pa privlačujeta in da se raznovrstni električni v svojem vplivu uničujejo.

Elektriko, ki nastaja pri trenju, imenujemo torno elektriko ali — ker ne teče v zaprtem tokokrogu, na primer po žicah — tudi statično elektriko.

Največje množine statične elektrike opazujemo ob nevihtah v naelektrnih oblakih, kjer električna iskra od časa do časa preskoči kot blisk iz oblaka v oblak ali pa iz oblaka v zemljo. Za takšne preskoke so seveda potrebne silne napetosti, zlasti če vemo, da preskoči električna iskra skozi zrak v dolžini 1 cm šele, če znaša napetost okoli 30 000 voltov.

Statična elektrika ima danes že velik pomem v industrijski proizvodnji; dostikrat pa povzroča požare in eksplozije, katerih vzroke celo strokovnjaki težko ugotovijo.

Elektrostatični naboje je posledica nagomiljenja istoimenske elektrenine na nekem predmetu. Medtem ko sta v nenabitem stanju pozitivna in negativna napetost enaki ter se njuno delovanje med seboj uničuje, se pri elektrostatičnem nabijanju nagomili istoimenska elektrika na enem predmetu.

Elektrostatični naboji lahko nastanejo:
— pri medsebojnem trenju dveh snovi,

- pri ločitvi ene trdne snovi od druge,
- pri trenju trdnih snovi s tekočinami,
- pri trenju trdnih snovi s plini,
- pri trenju trdnih snovi s prahom ali pri medsebojnem trenju prašnih delcev,
- pri trenju med tekočinami in plini, na primer pri razprtvi tekočin.

Elektrostatični naboji lahko nastanejo samo, če sta navzoči dve komponenti za sprejetje nasprotnih imenskih, to je pozitivnih in negativnih, nabojev in je ena komponenta neprevodnik ali pa izolirano nameščen prevodnik.

Naboji izolirano nameščenih prevodnikov so glede na nastanek požarov in eksplozij nevarnejši od nabojev na neprevodnikih. Pri nekem prevodniku se namreč z enim praznjenjem, to je z eno iskro, odvede ves nabolj, pri neprevodniku pa nasprotno le del naboja.

Različne snovi se električno različno nabijajo. Vendar pa tu poleg vrste snovi vpliva tudi relativna vlaga zraka, hitrost, s katero nastajajo ločitve od podlage oziroma intenzivnost trenja, vrsta površine itd.

Elektrostatični naboji so nevarni, če pride do praznjenja z iskro, ki lahko vžge vnetljive mešanice plinov, par, prahu, ali pa povzroči, da te eksplodirajo. Takšne mešanice nastanejo, če tkanine, umetne snovi, gumi ali papir premažemo z vnetljivimi organskimi topili, ali pa če vnetljive tekočine premikamo, prevažamo ali razpršujemo. Prav tako pa tudi, če vnetljivi plini iztekajo iz vodov ali jeklenih in drugih posod, v katerih so pod pritiskom, in pa, če se prah prenaša po ceveh ali če se premetava in vrtinci.

Električna iskra lahko vname oziroma povzroči eksplozijo vnetljivih plinov, par ali prahu, če je njihova koncentracija v določenih mejah. Za bencin je spodnja eksplozijska meja okoli 50 g/m^3 , zgornja pa okoli 250 g/m^3 , za petrolej $64\text{--}200 \text{ g/m}^3$, za acetilen 29 do 930 g/m^3 in za etilni alkohol $57\text{--}370 \text{ g/m}^3$.

Prah pa eksplodira že, če je dosežena spodnja eksplozijska meja, ki je za aluminij, žveplo in premog 35 g/m^3 , za lesno moko 40 g/m^3 in za različne umetne smole $15\text{--}75 \text{ g/m}^3$.

Pri elektrostatičnem nabijanju lahko nastanejo znatne napetosti, na primer med gumijastimi podplati pešca in podlago okoli 1000 volтов, pri hoji po preprogi pa med gumijastimi podplati in podlago 14 000 volтов. Med volno in bencinom se pri pranju lahko ustvari napetost do 5000 V. Papir se v papirnih strojih elektrostatično nabije celo do 135 000 V, v tiskarskih strojih pa do 80 000 V. Najmočneje se nanelektri gumi v strojih za rezanje in obrezovanje, in sicer do 150 000 V. Med pogonskim jermenom in jermenico nastane pri

brzini 3 m na sekundo elektrostatična napetost do 25 000 V, pri brzini 10 m na sekundo 50 000 V in pri brzini 15 m na sekundo 80 000 voltv.

Pri takšnih napetostih lahko preskoči električna iskra, ki povzroči vžig. Kako nastane vžig zaradi električne iskre, je še vedno sporno. Vžig namreč ni odviseči samo od napetosti, temveč tudi od časovnega in krajevnega poteka praznjenja, od volumna mešanice, od koncentracije plinov in par in predvsem od energije, ki je na razpolago pri vžiganju. Ta energija je lahko dostikrat zelo majhna. Vžig pa nastane včasih tudi že pri napetosti okoli 1000 voltv.

Iz literature so znani primeri eksplozij in požarov v naslednjih okoliščinah:

- eksplozije prahu v mizarskih obratih,
- eksplozije prahu v mlinih, tekstilnih tovarnah itd.,
- eksplozije pri topljenju celuloida v acettonu, in sicer zaradi elektrostatičnega nabijanja celuloida,
- eksplozije pri topljenju gumnija v bencinu,
- eksplozije pri iztekanju bencina, benzola in tololina ter pri polnjenju posod s temi snovmi,
- eksplozije pri čiščenju tkanin z bencinom ter pri umivanju rok s krpami, namočenimi v bencinu,
- eksplozije pri polnjenju bencinskih cistern,
- eksplozije pri polnjenju posod z ogljikovim dioksidom,
- eksplozije mešanice etrovih par in zraka pri narkotiziranju,
- eksplozije pri prevažanju, mletju, sejanju in vrtinčenju žveplenega, sladkornega, škrobnega, aluminijevega, magnezijevega in drugega prahu,
- požari v tiskarskih strojih, strojih za premazanje in pod, zaradi vžiga topila,
- požari v strojih za izdelavo filmov zaradi vžiga topila itd.

Pri preiskovanju požarov in eksplozij bomo morali upoštevati kot vzrok tudi statično elektriko.

Važno pa je, da spoznamo tudi varnostne ukrepe, ki jih je treba storiti, da do takšnih elektrostatičnih nabojev ne pride. To dosežemo večinoma s tem,

- da skrbimo za redno prezračenje prostorov in da preprečimo nastajanje različnih eksplozijskih mešanic,
- da z uzemljitvijo naprav odvajamo elektrostatične naboje,

- da vzdržujemo v prostorih relativno zračno vlogo okoli 70 %,
- da povečamo vodljivost neprevodnih trdnih snovi in tekočin,
- da odvajamo elektrostatične naboje s tako imenovano influenco,
- da ioniziramo zrak z električnimi ali radioaktivnimi eliminatorji ali nevralizatorji.

Nevarnost statične elektrike često tudi strokovnjaki težko spoznajo, kajti pogoji, ki vo-

dijo do statičnih nabojev, so kljub mnogim znanstvenim raziskavam in praktičnim izkušnjam v marsikaterem pogledu še nerazjasnjeni. Delno je temu vzrok tudi to, da statična elektrika dolgo časa ni bila pomembna za industrijo, razen tega pa pogojev, ki vodijo do elektrostatičnega nabijanja, praznjenja in vžiganja, ne moremo ali pa jih le zelo težko reproduciramo oziroma rekonstruiramo. V praksi bo torej često izredno težko dokazati, da je statična elektrika povzročila požar.

LITERATURA

- Inž. B. Perme: Električne instalacije in razsvetljava, 1959.
 Dr. R. Poniž: Osnove elektrotehnike, I. del, 1955.
 Inž. A. Kovič: Struktura bakrene žice kot kriterij za ugotavljanje primarnega oziroma sekundarnega kratkega stika (diplomska naloga), 1960.
 Dorsch—Vaas: Die praktische Brandermittlung, 1954.
 Dr. ing. Schöntag: Spektral- und Röntgenanalyse zur Aufklärung von Brandursachen, Archiv für Kriminologie, zv. 122.

Dr. ing. Schöntag: War der Kurzschluss Brandursache oder Brandfolge?, Archiv für Kriminologie, zv. 115.

Dr. Specht: Ultraschalluntersuchung von Kurzschlußstellen, Archiv für Kriminologie, zvezek 120.

Ing. E. Bitterli: Die Gefahren der statischen Elektrizität, Kriminalistik, 1960.

S. Oehlinger: Statische Elektrizität als Brandursache, Kriminalistik, 1958.

Dr. A. Lichem: Die Kriminalpolizei, 1935.

Dynamic and Static Electricity as Causes of Fire

By Vlado VIDIC

The article treats dynamic and static electricity as causes of fire. It is evident from statistical data that fire brought about by faulty electric lines caused during the last two years in Slovenia relatively the most damage, especially in old as well as in provisional buildings. In the introduction, first a few basic notions on electrical engineering and some regulations are communicated, according to which electric installations in Yugoslavia must be made. There are many fitters who do not comply with these regulations. A special paragraph deals with fuses and with their importance for electric installations. Subsequently the short circuit and its consequences are described as well as — generally — the causes of fire in the electric installation. Bad contacts with sparking, dusty electric motors which grow too warm, and various insulation defects which cause short circuit are mentioned in this connexion. As especially dangerous, insulation defects in subscriber's lines are referred to — especially in the roof pole, where the line is exposed to wind and to roughness of the weather, for which reason premature wear and tear is to be expected. Insulation defects arise very often between the conductors in leading-in wires in stables and other rooms where there are considerable changes of temperature. In this country, too, several cases of this kind have been dealt with. The author pays special attention to the question: Is the short circuit the cause or the consequence of the fire? This problem has been discussed by Dr. Dipl.-Ing. Schöntag in Nr. 115 of »Archiv für Kriminologie«. We went in for this question in several cases in our laboratory too, but we did not arrive to clear and reliable results. Experiments which have been made at our request at the Ljubljana University, obtained results which differ somewhat from Dr. Schöntag's findings. The differences which arise because of growing too hot of the interior of the crystalline structure of copper, are usually very small. There is a mention in the literature that

the remainders of wire in front of the place of short circuit are so brittle that they break already before they are bent to 90°. However, at practical tests with short circuits, the wire was bent even twenty times before it broke.

According to the author's opinion, metallographic and X-ray analyses of copper wires can be merely a part of examination methods. The results of the mentioned analyses alone cannot be considered as objective and precise.

If the short circuit is the consequence of carbonization and of falling off of insulation, the wire can get either into the oxyde atmosphere or in the reductive atmosphere. If it is in the oxyde atmosphere, all conclusions might be equal to those which arise at a primary short circuit. It is impossible that the wire is during the whole duration of the fire in the reductive atmosphere, as the oxygen necessary for burning certainly reaches it.

In many cases, the investigator will see already from the situation on the spot, whether there is a primary or a secondary short circuit. The appearance of various troubles in the electric lines before the outbreak of the fire, or the establishment of the focus of the fire not being on the place of the short circuit, are especially important. In the continuation of the article questions are enumerated on which the investigator has to answer while he examines the fire which has been caused by electric current.

A special paragraph is dedicated to frictional electricity which is, too, often the cause of fire and explosion. There is a description of frictional electricity, of the conditions under which electrostatic charges may arise, as well as of the voltages which thereby appear. Also the circumstances are mentioned, under which explosions and fire as a consequence of static electricity break out, and it is stated that even specialists do not easily perceive the danger of static electricity. It therefore will often be very difficult to prove that just static electricity caused the fire.