

SIMULÁCIA ZAPÁLENIA KÁBLOV ELEKTROINŠTALÁCIE AUTOMOBILOV INICIOVANÝCH ELEKTRICKÝM SKRATOM

JAN HÚŠEK¹

Abstract — The car fires are even in today's modern era happening on a daily basis and they cause death and injuries of persons, as well as material damage. Fire starts as a result of a certain cause or as a result of domino effect. Traditionally used materials are being replaced with flammable plastics and composite materials consisting of different plastics. Plastics, especially those based on PVC, serve as insulations of electrical conductors in cars as well. At the same time the electrical system and electronics have already penetrated almost all parts of an automobile. The benefit of this substitution is an eco-economical operation of automobiles. The manufacturing technology gets simplified as well, while the disadvantage is a higher danger of fire due to the flammability of the plastics. The most common technical cause of the starting fire is the short - circuit of the electric wires that even causes some car accidents. The aim of this work was to assess the electro-installation of an engine vehicle from the aspect of fire protection based on a simulation of setting up electrical wires. The results of this simulation indicated an increase in fire danger of wires when the wiring in a car is faulty.

Keywords — fire, circuit short-cut, motor vehicles, plastic

Abstrakt — Požiare automobilov sú i v dnešnej modernej dobe na dennom poriadku, následkom sú obete na životoch, zdraví osôb a materiálne škody. Vznik požiaru je následkom určitej príčiny alebo sledu príčin. Tradične používané materiály sa nahrádzajú za horľavé plasty a kompozitné materiály z plastov. Plasty, predovšetkým na báze PVC, sa využívajú ako izolanty elektrických vodičov aj v automobiloch. Súčasne sa elektrická sústava a elektronika dostala skoro do všetkých častí vozidla. Prinosa nahradenia je ekologicko-ekonomická prevádzka automobilov. Technológia výroby sa zjednoduší, ale nevýhodou je zvýšenie rizika požiaru z dôvodu horľavosti plastov. Najčastejšou technickou príčinou vzniku požiaru je elektrický skrat káblov, čo je i následnou udalosťou pri niektorých dopravných haváriách. Cieľom práce bolo posúdenie

elektroinštalácie motorového vozidla z hľadiska požiarnej ochrany na základe simulácie dvoch typov zapojenia elektrických vodičov. Výsledky simulácie poukázali na zvýšené riziko vzniku požiaru káblov v poruchovom stave elektroinštalácie.

Kľúčové slová — požiar, elektrický skrat, motorové vozidlá, plast

ÚVOD

Súčasný človek potrebuje mať spoľahlivé vozidlo, ktoré je vo vyspelých štátoch samozrejmosťou a jeden z najčastejších spôsobov dopravy. Požiare automobilov sú i v dnešnej modernej dobe na dennom poriadku, následkom sú obete na životoch, zdraví osôb a materiálne škody. Vývoj stále napreduje a tak elektronika a elektroinštalácia v automobilovom priemysle rapidne stúpila v porovnaní v minulosti používanou elektroinštaláciou vozidiel, ktorá bola jednoduchá a tak povediac bol to len základ, no teraz základné časti doplnilo ďalšie vybavenie ktoré niekoľko krát prevyšuje základ. A tým sa zvyšuje podiel horľavých materiálov v automobiloch, čo ich robí nebezpečnejšími z hľadiska požiarnej ochrany. Plasty, ktoré nahradili kovy, pri horení uvoľňujú toxické produkty horenia, ktoré sú pre človeka jedovaté. Horenie plastov pri požiaroch ešte viac zvyšuje nebezpečenstvo šírenia požiaru. Medzi tieto plasty sa radia i izolanty elektrických vodičov, ktoré sú z jedných možných ciest šírenia požiaru. Elektrický kábel, ktorý sa dostane do skratu, tvorí veľké množstvo tepelnej energie pozdĺž celého vedenia, šíri sa od jadra smerom von a tak sa prenesie z elektrického zväzku na krycí materiál, až v konečnom dôsledku dôjde k celkovému zapáleniu vozidla a to všetko v krátkom čase. V práci sme vybrali zo štatistiky príčin vzniku požiarov. Na základe tejto zhodnotili najčastejšiu technickú príčinu vzniku požiaru. Popísali sme ich iniciačný priebeh a vyhodnotili.

1. PREHĽAD SÚČASNÉHO STAVU

¹ Ján Húšek, Ing., Katedra fyziky, elektrotechniky a aplikovanej matematiky, Technická univerzita vo Zvolene, T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen

Riziko vo všeobecnosti i automobilovej doprave sa dá do určitej miery znižovať a tak chrániť ľudské životy a hmotné statky. Požiarne riziko patrí medzi ne a príčiny vzniku požiaru sú rôzne - od konania človeka, úmyselné a neúmyselné založenie požiaru, technickou poruchou, iné príčiny a kombinácia všetkých. Zníženie rizika si vyžaduje zavedenie určitých opatrení minimalizujúcich nebezpečenstvo. Úmyselné konanie človeka sa nedá ovplyvniť, nedbanlivosti sa dá predchádzať včasným upozornením a technický faktor sa dá upraviť na prijateľné a hospodárne optimálnu mieru uchránených hodnôt a vynaložených prostriedkov na ochranu.

1.1 Požiarovosť – štatistika

Svetová požiarňa štatistika organizácie CTIF z roku 2013 uvádza nasledovné delenie druhu požiaru a jeho podiel z celkového počtu požiarov 2 203 339. Požiare budov 39,8 %, vozidiel alebo automobilov 14,3 %, lesa 3 %, trávín a krovia 13,8 % odpadu 10,8 % a ostatné 18,3 % v tejto kategórii sú zaradené rôzne požiare ktoré ne majú osobitú skupinu. Údaje sú z 23 rôznych krajín celého sveta vrátane Slovenska. Zo svetovej štatistiky je známa približne jedna sedmina požiarov vozidiel, na Slovensku je to jedna dvanásťtina v sledovanom roku 2014. V priemernom počte požiarov budov a vozidiel na 1000 obyvateľov Slovensko zaraďujeme do nižšieho rizika oproti ostatným hodnoteným [1] Denne zhoria v priemery dva automobily za posledných desať rokov, čo je 775 za rok, od roku 2004 do 2014 je celkom 8519 požiarov automobilov. Za sledované obdobie desiatich rokov požiarovosť dosiahla 125 943 požiarov, z toho je 6,9 % požiarov ľahkých automobilov. Následkom sú zranené a usmrtené obete, škody. [2] Slovensko má na 1000 obyvateľov priemernú požiarovosť v hodnotenom období 2,16 požiaru z toho je 0,14 požiarov ľahkých automobilov. Jednotlivé roky sú rozdielne a nie je pravidlom, čím väčšia celková požiarovosť, tým je i vyššia hodnota požiarovosti ľahkých automobilov. Je to individuálne z rôznych faktorov vzniku požiaru. Rozdielnosť v sledovaných rokoch požiarovosti je ovplyvnená rôznymi faktormi. Najzávažnejší je úmyselné zapálenie, čo je asi jedna tretina počtu zhorených vozidiel, ale i napriek tomu to nepokladáme za pravidlo. Tento faktor je individuálny - rôzne pomery a kriminalita spoločnosti.

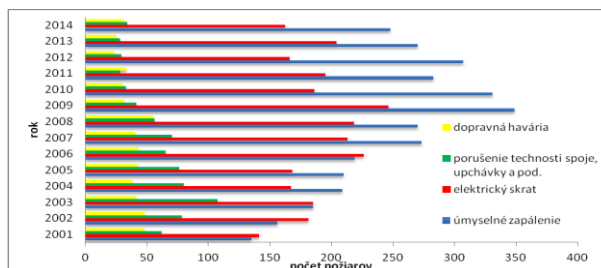
Príčiny vzniku požiaru osobných vozidiel sú: ľudská činnosť, technická porucha a doplnujúca iná. Každou príčinou samostatne alebo kombináciu príčin môže vzniknúť požiar. Štatisticky zisťované príčiny za posledných desať rokov ľahkých automobilov sú nasledovné:

- činnosťou človeka: deti do 6 rokov, deti od 6 do 15 rokov, choromyselnosť, úmyselné zapálenie neznámou osobou, úmyselné zapálenie známou

osobou, samovražedný úmysel, iná nedbalosť a neopatrnosť dospelých, fajčenie, zváranie a rezanie, manipulácia s otvoreným ohňom, ...

- technická porucha: kaz materiálu, konštrukcie, cudzí predmet v stroji, elektrický skrat, zvýšené prehriatie, preťaženie elektrickým prúdom, porušenie tesnosti spoja, upchávky a pod., ...
- iná príčina: výbuch pár horľavých kvapalín, výbuch plynu, výbuch výbušnín, iné výbuchy, spätného šľahnutia, samovznietenie chemických látok, ...
- kombinácie príčin: dopravná havária, znovu rozhorenie požiaru, vypaľovanie trávy a suchých porastov, spaľovanie odpadu a odpadkov (mimo skládok), rozohrievanie; rozmrazovanie [2].

Zo všetkých štatisticky spracovávaných údajov, ktoré jasne určujú príčinu vzniku požiaru porovnaním hodnôt početnosti, sme zistili, že najčastejšou príčinou je úmyselné zapálenie, ktoré je spôsobené ľudskou činnosťou, druhé v poradí je elektrický skrat, tretou je porušenie tesnosti spoja, upchávky a pod., z technických príčin ako štvrtá je kombinovaná dopravná nehoda a požiar vzniká z rôznych príčin následkov dopravnej nehody, zobrazuje obr. č. 1.



Obr. 1.: Najčastejšie príčiny vzniku požiarov ľahkých automobilov za sledované obdobie [2]

Porovnaním príčin vzniku vidíme že veľká časť požiaru je z úmyselného zapálenia, ale treba sa zamerať na ďalšie možnosti v technickej skupine, ktoré na rozdiel od úmyslu vieme ovplyvniť a tak minimalizovať riziko aktívne alebo pasívne. K elektrickému skratu možno pričítať aj preťaženie elektrického vodiča a pri dopravnej nehode dochádza k priamemu elektrickému skratu, čo má za následok vznik požiaru, preto je dôležitá aj pasívna ochrana.

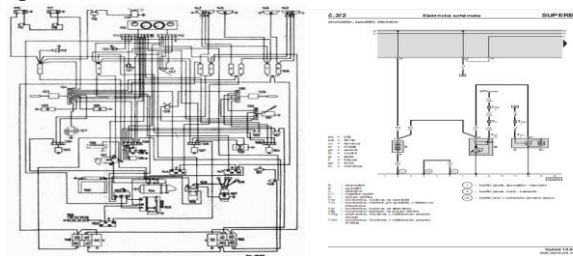
1.2 Plasty v automobiloch

Automobily tvoria rôzne materiály, jedna skupina týchto materiálov sú plasty. V súčasnosti sa čím ďalej tým viac zvyšuje podiel plastov v automobiloch oproti minulosti. Dôvodom je ich ľahká spracovateľnosť, široká škála použitia i tvorba kompozitných materiálov, ktoré sú ekonomicky výhodné a majú ďalšie výhody oproti skôr používaným materiálom, ktoré boli väčšinou kovy. Nevýhodou je ich miera horľavosti a toxicita

produktov horenia. Túto nevýhodu vieme ovplyvniť použitím retardérov horenia. Plasty použité v elektroinštalácii automobilu sú najmä PVC, PP, PE, PA, SI, PTFE, termoplasty a rôzne kombinácie použitia a pridaných prísad do plastov. V súčasnosti sa najviac používa ako izolant PVC v rôznych modifikáciách (zatupenie 11%), ďalej sa v špeciálnych prípadoch používa SI z dôvodu agresívneho a tepelne namáhaného prostredia v spaľovacích motoroch, PP ako obal oloveného akumulátora a mnohé ďalšie, ktoré spĺňajú špecifické potreby prevádzky motorového vozidla. Zväzky káblov sú obalené, zviazané, uchytené a zakryté rôznymi materiálmi, no najčastejšie pastami, ktoré sú spomenuté vyššie. Káblkové zväzky sú rozťahané po celom vozidle vonku, vo vnútri, hore, dole a to z dôvodu, že súčasti vozidla sú ovládané elektronicky a elektricky [4]. Izolanty elektrických vodičov automobilov sa vyrábajú predovšetkým z PVC, je to najviac používaný izolant v automobiloch. Skúmané vzorky káblov majú izolant z PVC s prísadami. Schopnosť elektroizolačného materiálu vytvára určitý spôsob polymerizácie. Pridaním prísad sa zmäkčuje. Produkty termického rozkladu PVC sú alifatické nenasýtené a nasýtené uhl'ovodíky a ich deriváty, chl'orované alifatické a aromatické uhl'ovodíky [5].

1.3 Elektroinštalácia automobilov

Vývojom a technologickým pokrokom sme dospeli od nutnej a základnej elektroinštalácie vozidiel, ktorá slúžila len na zapnutie a vypnutie pohonu a nutných súčasti vozidla, ako osvetlenie, klaksón, stierače, ventilátor atď., k celkovému riadeniu pohonu, jazdy, spomaľovaniu, komfortnej výbavy až po bezpečnostné prvky. O tom svedčí i to, že dĺžka káblov v automobiloch sa zvýšila z menej ako jedného kilometra na päť, samozrejme v závislosti k typu a veľkosti vozidla. V súčasnosti sa používajú kombinované pohony, k spaľovaciemu motoru sa pridal elektromotor, kde sa omnoho zvýšilo zastúpenie elektrických častí vozidla s vyšším ako bezpečným napätím. Porovnanie elektrických schém Škoda rady 105GL, 120GSL, ktorá je stará niekoľko desaťročí (obr. 2 v ľavo), so súčasnou Škodou SUPERB blokovou schémou, ktorá sa skladá z niekoľko desiatok blokových schém ako je na obr. 2 vpravo[6].



Obr. 2.: Elektrická schéma Škoda 105Gl vľavo
Bloková schéma Škoda Superb vpravo [6]

Normy a predpisy výroby a prevádzkovania

V súčasnosti prebieha typizácia vozidiel, teda schvaľovanie na prevádzku na pozemných komunikáciách SR podľa zákon č. 725/2004 Z.z. z 2. decembra 2004 o podmienkach prevádzky vozidiel v premávke na pozemných komunikáciách a o zmene a doplnení niektorých zákonov. Zákon upravuje podmienky, čo musí vozidlo spĺňať, aby mohlo byť schválené na prevádzku nielen v SR ale i celej EU, teda schvaľuje i súčasť vozidla akou je elektroinštalácia. Vozidlá, ktoré boli vyrobené pred dvadsiatich rokov, silové vodiče upravovala norma ČSN 347445, ktorá v súčasnosti neplatí a nie je nahradená. Podobne, ako táto norma i väčšina noriem, ktoré upravovali elektroinštaláciu motorového vozidla so súčastami sú zrušené a nenahradené. V súčasnosti automobily sa vyrábajú podľa interných noriem a certifikácií výrobcu v zmysle legislatívy EU.

Elektroinštalácia

Elektrické príslušenstvo automobilov tvoria: zdroje elektrickej energie/ I, spotrebiče, zapalovacie zariadenia, pomocné zariadenia. V súčasnosti do riadenia zasahuje čím ďalej, tým viac elektronika. Zdroje elektrického prúdu sú akumulátor a alternátor, je riadený regulátorom, ktorý riadi maximálne generované napätie. Rozdelenie do základných sústav (podľa použitia): obvod zdrojov, obvod pohotovostných spotrebičov, obvod denných spotrebičov, obvod hlavných svetlometov, obvod parkovacích svetiel [7]. Poistky fungujú ako prepäťová ochrana, slúži ako poistný prvok na prerušenie obvodu pri neželanej situácii, a tak chráni celý obvod. Je najslabším článkom obvodu. Poistky majú presnú hodnotu prietoku prúdu, ak by sa prekročil daný prietok v stanovenom čase, dôjde k pretaveniu tavného drôtu.

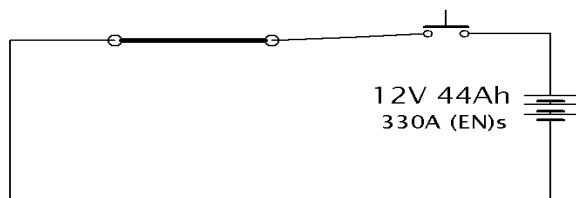
Montáž elektrických káblov a konektorov

Podľa hodnôt spotrebiča sa zvolia vhodné parametre elektrického vedenia. Konektory sa volia podľa plochy prierezu vodiča, aby bol zabezpečený prietok prúdu, následne k tomu spotrebiču sa volí vhodné zabezpečenie [8].

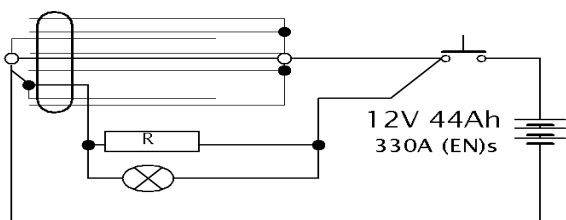
2. METODIKA SIMULÁCIÍ

V experimentálnej časti sme simulovali poruchy elektroinštalácie motorového vozidla, ktoré vedú k možnosti vzniku požiaru. Simulácie prebiehali pri zachovaní reálnych podmienok prevádzky vozidla pri vypnutom motore, to znamená, že zdrojom elektrickej energie bol olovený akumulátor. Vzorky boli elektrické vodiče zo zliatiny medi izolované plastom PVC v rôznych veľkostiach plochy prierezu. Boli porovnávané káble súčasné a z pred dvadsiatich rokov. Staré vodiče

boli používané vo vozidle počas celého obdobia. Simulácie boli zapojené v elektrických obvodoch zobrazených v schémach zapojenia na obr. 3 a 4. Obvod pozostáva z oloveného akumulátora s parametrami 12V 44Ah a rázový prúd 330A (EN), spínačom, silovými vodičmi zodpovedajúceho prúdového prenosu a zemniami svorkami 300A, kde sme uchytili skúmané zapojenie káblov. Na schéme sú znázornené krúžkom.



Obr. 3.: Elektrická schéma zapojenia typ 1



Obr. 4.: Elektrická schéma zapojenia typ 2

Typ 1 - simulácia priameho elektrického skratu.

Touto schémou sme simulovali poruchu, keď sa odizolovaná časť kábla, v ktorom je kladné napätie (ďalej len +U), dostane do styku s karosériou alebo inou odizolovanou časťou kábla so záporným napätím (ďalej len -U) znázorňuje obr. 3. Zapojené boli postupne dva káble zhodného prierezu vodiča, jeden nový a druhý starý.

Typ 2. - simulácia priameho elektrického skratu vo zväzku káblov. Touto schémou sme simulovali poruchu priameho elektrického skratu vo zväzku káblov, kde boli zapojené niektoré spotrebiče cez zväzok, ostatné káble boli napojené na +U alebo -U, ale ďalej neboli pripojené. Zväzok je na schéme znázornený elipsou, cez ktorú prechádzajú jednotlivé káble na obr. 4. Zapojené boli postupne dva zväzky káblov porovnateľnej skladby zviazané PVC izolačnou páskou, jeden nový a druhý starý zväzok káblov.

3. VYHODNOTENIA SIMULÁCIÍ

Poruchy elektroinštalácie motorového vozidla respektíve elektrickej sústavy vozidla nastávajú z rôznych príčin. Základné delenie príčin je podľa toho, kto spôsobil poruchu a to nasledovne: technická príčina, ľudský faktor, iné a možné sú ich kombinácie.

Technické príčiny sú: nesprávne dimenzovanie, chyby materiálu, starnutie a únava materiálu, nadmerná oxidácia, nesprávna funkčnosť súčiastky, studený

kontakt. Príčiny zapríčinené ľudským faktorom sú: nedbanlivosť a nesprávne používanie, neodborné opravy a montáž prídavných zariadení. Iné príčiny sú: cudzí predmet v systéme, zvieratá, následkom dopravnej nehody, prehriatie, cudzia látka (nečistoty, voda).

Simulácia poruchy typu 1 - priamy elektrický skrat

Situácia nastáva pri tomto type poruchy zo všetkých troch skupín delenia príčiny vzniku, z technickej príčiny je to predratie vodiča v miestach prechodu karosériou alebo iných hrán, iné je to dopravná nehoda, kde sa deformuje vozidlo a dochádza k mechanickému poškodeniu, hlodavce porušia izoláciu, ľudským faktorom, ako je nedbanlivosť a neopatrné zaobchádzanie. Pri tejto simulácii sme porovnávali 2 možnosti: 1. – skrat starého vodiča a 2. – skrat nového vodiča.

1. – skrat starého vodiča: skrat silového vodiča s priemerom 2,5 mm, jadrom zliatiny medi v podobe premenou, izoláciou PVC s prímiesami, z pred dvadsiatich rokov, ktorý bol počas tejto doby používaný. Zapojený bol podľa schémy na obr. 3. Zaťaženie elektrickým prúdom trvalo 4s, vtedy došlo k prerušeniu vodiča a tak k rozpojeniu elektrického obvodu. Horenie vzniknuté následkom skratu bolo sprevádzané rôznymi fázami tvorenia splodín horenia plastu. Pri skrate sa jadro začalo nahrievať do svetlo červena až žltá, vtedy nastalo pretavenie a následné rozpojenie jadra. Miesto pretavenia bola užšia časť z celého prierezu vodiča, kde bola najväčšia teplota. V tomto mieste došlo k prvému viditeľnému porušeniu izolácie a spozorovaniu splodín horenia. Bol to biely dym v čase ešte pred 1.s, dym začal vychádzať následne z koncov kábla, kde bol odizolovaný, v 2. s dym zmenil farbu na šedú s odtieňom oranžovej, izolácia bola porušená na viacerých miestach, farba dymu sa začala meniť späť na bielu po skončení iniciácie v 4. s, na čisto biely sa zmenil v 8 s, dymenie skončilo v 18 s. Po ukončení skratu s následným horením bolo vidieť, že vodič bol na viacerých miestach odhalený a izolácia zuhoľnatená a zmraštená.

2. – skrat nového vodiča: skrat silového vodiča s priemerom 2,5 mm, jadrom zliatiny medi v podobe prameňov, izoláciou PVC s prímiesami, súčasný, ktorý nebol používaný. Zapojený bol podľa schémy na obr. 3. Zaťaženie elektrickým prúdom trvalo 2s, vtedy došlo k prerušeniu vodiča a tak k rozpojeniu elektrického obvodu. Horenie vzniknuté následkom skratu bolo sprevádzané rôznymi fázami tvorenia splodín horenia plastu. Pri skrate sa jadro začalo nahrievať do svetlo červena až žltá, vtedy nastalo pretavenie a následné rozpojenie jadra. Miesto pretavenia bola najtenšia časť z celého prierezu vodiča, kde bola najvyššia teplota. V

tomto mieste došlo k prvému viditeľnému porušeniu izolácie v 2. sekunde skratu. Z odizolovaných koncov vodiča v čase ešte pred 1.s začal vychádzať biely dym, v 2. s dym zmenil farbu na šedú s odtieňom oranžovej. Izolácia bola porušená na viacerých miestach, farba dymu sa začala meniť späť na bielu po skončení iniciácie v 2. s, na čisto biely sa zmenil v 5. s, dymenie skončilo v 20. s. Vychladnutie jadra trvalo do 7. s. Pri prerušení jadra ho plyny vytlačili z izolácie von. Po ukončení skratu s následným horením bolo vidieť, že vodič bol na viacerých miestach odhalený a izolácia zuhoľnatená. Zmraštená bola len v okolí zuhoľnatenia a zostatok izolácie bol len tepelne zaťažený s následkom zmeny tvaru.

Simulácia poruchy typu 2 - priamy elektrický skrat vo zväzku káblov

Situácia nastáva pri tomto type poruchy zo všetkých skupín delenia príčiny vzniku. Dôvodom je prepojenie medzi všetkými časťami elektrickej sústavy automobilu, spája všetky časti dohromady a zabezpečuje prívod elektrickej energie. Pri tejto simulácii sme porovnávali 2 možnosti: 1. – skrat starého zväzku káblov zviazaného PVC páskou a 2. – skrat nového zväzku káblov zviazaného PVC páskou.

1. – skrat starého zväzku káblov zviazaného PVC páskou: skrat zväzku silových vodičov s rôznymi priermi do 2,5 mm, vodiče majú jadro zliatiny medi v podobe prameňov, izoláciu PVC s prímiesami, z pred dvadsiatich rokov, ktorý bol počas tejto doby používaný. Zapojený bol podľa schémy na obr.4. Simulácia prebiehala po častiach. Prvý raz bol zapojený jeden skratovaný vodič, ktorý sa prerušil pôsobením skratu. Môžeme sledovať zmenu intenzity svetla vydávaného žiarovkou v priebehu pôsobenia skratu. Prerušenie nastalo v jednom mieste do 1 sekundy, sprevádzané bolo bielym dymom po dobu 4 sekúnd. Zväzok zvonku nebol porušený. Druhý raz sme obnovili spojenie na – U, ktoré sa prerušilo pri prvom zaťažení. Druhý skrat bol od začiatku sprevádzaný bielym dymom 15 sekúnd. Horenie trvalo do prerušenia 7 sekúnd. Dôkazom je správanie sa vlákna žiarovky, od svietenia prešlo k žeraveniu, až k vychladnutiu. Nebolo vidno zohriate vodičov, dôvodom bolo svetlo vodiča a dym. Po skončení bolo vidieť porušenie pásky. Tretí raz sme zväzkom pohýbali, došlo k spojeniu odizolovaných častí vodičov a tak znovu zaťažený zväzok začal na krátko horieť, skrat do 1 sekundy odprezdávaný bielym dymom počas 3 sekúnd. Štvrtý raz po silnejšom pohýbaní zväzku na tom istom mieste ako predtým, sme videli odhalený vodič, ktorý bol zahriaty 3 sekundy a vychladnutie do 7 sekúnd. Piaty raz zapojenie voľných vodičov - do skratu začiatok bol sprevádzaný dymom bielej farby, prešiel do šedej s odtieňom oranžovej a ku koncu opäť biely. Horenie

trvalo 24 sekúnd, v 9. sekunde vyšľahol plameň, v zapätí zhasol, vychladnutie vodičov nastalo v 13. sekunde. Po ukončení pôsobenia skratov môžeme na zväzku vidieť značné poškodenie, viditeľné pramene vodiča, zuhoľnatenú a zmraštenú izoláciu.

2 – skrat nového zväzku káblov zviazaného PVC páskou: skrat zväzku silových vodičov s rôznymi priermi do 2,5 mm, vodiče majú jadro zliatiny medi v podobe prameňov, izoláciu PVC s prímiesami, súčasný, nový doposiaľ nepoužívaný. Zapojený bol podľa schémy na obr.4.

Simulácia prebiehala po častiach. Prvý raz bol zapojený typ 2 - popis skratu je uvedený v ňom. Daný kábel mal poškodenú a zuhoľnatenú izoláciu na viacerých miestach. Došlo k prepáleniu časti krycej izolácie zväzku. Druhý raz sme zapojili iný vodič do priameho skratu zo zväzku. Vodič bol zaťažený po dobu 2 sekúnd, kedy došlo k prerušeniu. Horenie bolo sprevádzané počas celej doby bielym dymom, to bolo 11 sekúnd. Zmenu zaťaženia bolo možné pozorovať na intenzite svetla žiarovky. Izolácia bola poškodená, podobne ako v predchádzajúcom prípade, ale bolo poškodených viacero káblov. Tretí raz sme opäť zapojili prerušený obvod a pridali viaceré zapojené káble. Spotrebič bol opätovne zapojený, na ktorom je vidieť pôsobenie skratu zmenou intenzity svietenia žiarovky. Po spustení skrat začal zohrievať vodiče, prvý viditeľne nahriaty vodič bol po 2 sekundách sprevádzaný bielym dymom, postupne zmena dymu na šedú z odtieňom oranžovej. V 3. sekunde nastalo vzplanutie horľavých plynov s následným plameňom produkujúcim čierny dym a sadze, horenie plameňom pokračuje a postupne dohorieva v 27. sekunde už bez dymu. Štvrtý raz po pohýbaní zväzku a zapojení tak, aby sa dosiahol skrat, v 1. sekunde iskry a biely dym, v 2. sekunde prerušenie vodiča odprsknutím roztavenej medi a zadymenie bielym dymom. Po ukončení pôsobenia skratov môžeme na zväzku vidieť značné poškodenie, viditeľné pretavenie vodiča, zuhoľnatenú a zmraštenú izoláciu.

3.1 Zhodnotenie

Pri poruchách elektrickej inštalácie automobilu môže dôjsť ku silnému skratu, ktorý má za následok požiar automobilu. Preto treba klásť dôraz na odbornú prácu pri opravách, montáži a ďalšej činnosti s elektroinštaláciou vozidiel. Simulovali sme tento skrat a zistili, ako sa šíri. Šíri sa od jadra vodiča cez izoláciu, ktorá mu poskytuje horľavý materiál pozdĺž línie vodiča a najskôr sa prejavy v najužšom mieste prietoku prúdu. Toto miesto sa najviac hreje, kde dochádza k prerušeniu vodiča, ak dovtedy nezareagovalo istenie. Posúdením sme zistili, že iniciácia nastáva do 1 sekundy, súčasné káble sú horľavejšie, ale na druhej strane súčasné vozidlá majú zabezpečenejšie istenie. I výrobcovia

automobilov ihneď reagujú a naprávajú zistené nedostatky na už jazdiacich automobiloch a vo výrobe sa zaviedli zmeny, aby k chybe už nedochádzalo. Nevýhodou je, že súčasné vozidlá sa vyrábajú len do určitého času, ale tento stanovený čas sa prekračuje a zvyšuje sa riziko. Schémy zapojenia káblov v poruchovom stave sme zvolili na základe praxe a svedectiev auto-elektrikárov. Skúmali sme káble súčasné a z pred dvadsiatich rokov. Výsledkom simulácie je overenie teórie zabezpečenia, reakčnosť a horľavosť skúmaných vzoriek. Izolanty vodičov vzoriek sú z PVC s prísadami. Pri zaťažení vodiča zo zliatiny medi sa vytvára iniciačná energia, ktorá degraduje izolant, ktorý po zapnutí začne horieť. Pri skrate teplota medi dosahuje bod jej tavenia, čo ďaleko prevyšuje únosné teploty izolantu. Zo simulácií sme zistili, že novšie káble horia rýchlejšie.

ZÁVER

Zo spracovanej štatistiky poznáme najčastejšie príčiny vzniku požiaru. Keďže ľudský úmyselný čin nevieme ovplyvniť, túto príčinu neznížime. Druhou najčastejšou príčinou vzniku požiaru je elektrický skrat, ku ktorému môžeme priradiť podobné poruchy, ako je preťaženie vodiča a prechodový odpor, čo má za následok prehriatie kábla a jeho zahorenie. Ďalšou príčinou je následná udalosť po autohavárii, kedy dochádza k elektrickému skratu a tak požiaru vozidiel. Tieto príčiny sa dajú riešiť podobným až identickým riešením zabezpečenia elektroinštalácie vozidla. Riziko vzniku požiaru od elektroinštalácie sa navýšilo používaním technológií hybridného (kombinácia spaľovacieho a elektrického motora) a elektrického pohonu vozidiel. Elektrická sústava sa delí na dve a to nízko napäťovú a vysoko napäťovú. Vysoko napäťová sústava už nepracuje v bezpečnom napätí, preto je obzvlášť dôležité jej zabezpečenie. Zabezpečenie elektroinštalácie vozidiel je potrebné najmä: pri voľbe izolačných a bandážových materiálov káblových zväzkov, certifikovaných poistiek a poistných zariadení, kde je zabezpečený normatívny čas prerušenia poistky, spojovacie kontakty a ich lisovanie, spájkovanie a iné typy spajovania konektorov na vodiči, čistotu a odolnosť voči vode, pri kolízii automatické zabezpečenie odpojenia zdrojov energie a trasovanie vedenia. Simulovaním poruchy elektroinštalácie v reálnych podmienkach nám pomohli pochopiť situácie, ktoré v týchto prípadoch nastávajú. Typy jednotlivých zapojení vychádzajú z praktických skúseností praxe. Experimentmi sme si potvrdili predpoklady vývoja udalosti poruchy a jeho hrozby. Popísali sme postupnosť šírenia iniciácie požiaru, od skratu káblov vozidla a ich možnosť rozšírenia na okolité horľavé materiály. Tým je potvrdená opodstatnenosť

minimálnych nárokov na zabezpečenie elektroinštalácie automobilov. Pri voľbe izolantov a materiálov je vhodné použiť retardačne upravené materiály, aby potlačili rýchlosť nástupu požiaru a dal sa uhasiť malým autohasiacim prístrojom. Preto je potrebné vyrábať nové bezpečné vozidlá s čo najnižším rizikom, použitím vhodných opatrení voľby materiálu a technického prevedenia. Staršie vozidlá udržiavať v dobrom technickom stave, domontovanie technológií a pravidelne kontrolovať, čo nám v konečnom dôsledku uchráni životy, zdravie a materiálne hodnoty

ZOZNAM LITERATÚRY

- [1] Brushlinsky N.N., M. Ahrens., Sokolov S.V., Wagner P., 2013: CTIF - World fire statistics. Russia: Copyright by Center of Fire Statistics of CTIF, No 20, 2015, pp.63.
- [2] Miškovičová V., 2015: Štatistika požiarovosti ľahkých automobilov (tabuľky). Bratislava: PTEÚ MV SR, oddelenie analytické a expertízne, 2015.
- [3] [cit. 2014.03.05.] Dostupné na internete: <http://www.plasticportal.sk/sk/progresivne-vyvijane-polymerne-kompozity-v-automotive/c/1945>.
- [4] Olexová, M., Kicková M., Herditzky A., 2008: Plastové komponenty ako neoddeliteľná súčasť automobilu v dnešnej dobe. TU Košice: Transfer inovácií 12/2008 – konferencia, 2008, s. 104-105.d.
- [5] Masařík, I., 2003: Plasty a ich požiarne nebezpečenstvo. Ostrava: 1. vydanie, 2003, ISBN: 80-86634-16-7, s. 183.
- [6] [cit. 2014.01.05.] Dostupné na internete: <http://skodaauto1.wgz.cz/rubriky/magazin-a-prirucky-ke-stazeni>.
- [7] Jan, Z., Ždánský, B., 2003 :Výkladový automobilový slovník. Brno: Computer Press s.r.o., 2003, ISBN: 80-7226-986-0, s.207.
- [8] Freinwald, A., 2008 : Diagnostika a opravy automobilov II. Bratislava: KONTAKT PLUS s.r.o., 2008, ISBN: 978-80-88855-77-4, s.341.
- [9] [cit. 2014.05.11] Dostupné na internete: <http://automoto.cas.sk/clanok/191383/nenechajte-sa-nachytat-na-lacne-auto-po-povodni>.
- [10] [cit. 2013.07.11] Dostupné na internete: <https://www.facebook.com/bebikazasforditottpolaritassal1>.