

Záverečná karta projektu

Názov projektu Evidenčné číslo projektu **APVV-15-0108****Výskum a hodnotenie kvality a účinnosti impregnantov**Zodpovedný riešiteľ **Ing. Zuzana Filová**Príjemca **VUKI a.s.**

Názov pracoviska, na ktorom bol projekt riešený

VUKI a.s. Bratislava - zodpovedný riešiteľ
FEI STU, Ústav elektroenergetiky a aplikovanej elektrotechniky- spoluriešiteľská organizácia

Názov a štát zahraničného pracoviska, ktoré spolupracovalo pri riešení

Elektrotechnický zkušební ústav, s.p., Pod lisem 129/2, 171 02 Praha 8 – Troja
Siemens, s.r.o., Nádražní 395/25, 789 85 Mohelnice
Underwriters Laboratories (UL), - ELTEK International laboratories, 248 Hughes Lane, St. Charles, MO 63301, USA

Udelené patenty/podané patentové prihlášky, vynálezy alebo úžitkové vzory, ktoré sú výsledkami projektu

Na základe súboru výsledkov, dosiahnutých za celé obdobie riešenia bola spracovaná Prihláška patentu PP 111-2019: Spôsob hodnotenia korozívnej odolnosti impregnantov, prihlasovateľ VUKI a.s., pôvodcovia: Sulová, J., Ďuračka, M., Kozáková, A., Kocúrová, K., Šišťík, M.

Najvýznamnejšie publikácie (knihy, články, prednášky, správy a pod.) zhrňujúce výsledky projektu – uveďte aj publikácie prijaté do tlače

Kocúrová, K., Kozáková, A., Filová, Z., Ďuračka, M., Šišťík, M., Hudec, I., Packa, J.: New stabilizers of styrene as a reactive monomer in production of impregnating resins, Kautschuk und Gummi Kunststoffe, prijaté do tlače
Packa, J., Kujan, V., Štrkula, D., Šály, V., Perný, M.: Changes of Insulation Properties of Photovoltaic Cables Caused by Ageing Treatment Transactions on Electrical Engineering, Vol. 6 (2017), No. 1
Ďuračka, M., Kocúrová, K., Šišťík, M., Kozáková, A.: New method for evaluation of corrosive resistivity of impregnants, International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostics) CDEE 2020 (september 2020, ČR, WOS recenzovaný zborník v tlači)
Lelák, J., Sulová, J., Valach, R., Kment, A., Pípa, M.: Comparison of dielectrical properties of LV cables with different fire barriers ensuring circuit integrity under fire conditions at high ambient temperatures. International Conference on Diagnostics in Electrical Engineering (Diagnostics) CDEE 2020 (september 2020, ČR, WOS recenzovaný zborník v tlači)
Filová, Z., Kozáková, A., Kubalová, K., Krupejová, D., Ďuračka, M.: Humidity resistance of electroinsulating resins, Conference proceedings, PMA & SRC 2017 Bratislava, SR
Filová, Z., Krupejová, D., Kozáková, A., Kubalová, K., Garajová, M.: Adjustment of reactivity and stability of styrene type electroinsulating resins, Conference proceedings, PMA & SRC 2017 Bratislava, SR

Kotlárík, B., Sulová, J., Filová, Z., Krupejová, D., Kozáková, A., Kubalová, K.: The new methods of increasing the amount of resin in the winding of motor. 8th International Scientific Conference – Research and Development of Mechanical Elements and Systems, IRMES 2017, Trebinje, Bosnia and Herzegovina

Kocúrová, K., Kozáková, A., Ďuračka, M., Filová, Z., Šišťík, M., Sulová, J., Kotlárík, B.: New types of stabilization systems in of styrene type electroinsulating resins. Konferencia Polymery 2018, Třešť, ČR

Kozáková, A., Kocúrová, K., Ďuračka, M., Filová, Z., Šišťík, M., Sulová, J., Kotlárík, B.: Scanning electron microscopy – support for solving problems with compatibility of impregnant with lead-wire insulation. Konferencia Polymery 2018, Třešť, ČR

Uplatnenie výsledkov projektu

Počas riešenia projektu sa vyvinul namáčací AC impregnant pre modernú technológiu impregnácie s vytvrdzovaním pomocou elektrického prúdu a UV svetla. Modifikovali a overili sa jeho spracovateľské vlastnosti, t. z. po úprave reologických vlastností nanoplňivom kvôli zvýšeniu prírastkov impregnantu vo vinutí, sa v laboratórnych podmienkach overila účinnosť tejto úpravy na statoroch a tiež sa odsledovala a hodnotila sedimentácia nanoplňiva. Súčasťou riešenia bol aj návrh zariadenia pre zabezpečenie ochrany vývodových vodičov počas impregnácie a vytvrdzovania. Druhou modifikáciou tohto impregnantu výberom vhodného antikorozívneho systému sa upravila jeho antikorozivita, ktorá sa overovala vlhkostnými skúškami v akreditovanej skúšobni. Tiež sa testoval a hodnotil vplyv impregnantu vo vytvrdenom stave na funkčné a životné vlastnosti motora – úprava mechanického spevnenia prídavkom melamínformaldehydovej živice, vplyv na izolačný systém motora, vplyv agresívnych prostredí, ako sú chemikálie, slaná voda. Po overovacích testoch a hodnoteniach impregnantu sa nakoniec nastavil proces impregnácie a vytvrdzovania v prevádzkových podmienkach.

Na zlepšenie životnosti vinutí sa vyvinul akrylátový gelcoat, pri ktorom bolo potrebné nastaviť presne tokové vlastnosti a iniciačný systém a overiť jeho spracovateľské vlastnosti v prevádzkových podmienkach. Akrylátový gelcoat bol vyvinutý ako ekologická náhrada už existujúcich styrenových gelcoatov a jeho riešenie je pôvodné v celom rozsahu.

Pre potreby hodnotenia nových typov impregnantov boli v rámci riešenia vyvinuté nové metódy hodnotenia:

Metodiky pre simuláciu a hodnotenie multifunkčných vplyvov prostredí:

- metóda na hodnotenie odolnosti impregnantov voči rozpúšťadlám, ktoré sa vyskytujú vo výrobe a používaní vinutí a prichádzajú do kontaktu s impregnantom
- grafické hodnotenie plochy zasiahnutej koróziou – metóda na hodnotenie vhodnosti antikorozívneho systému impregnantu, na základe ktorej sa vyberá impregnant, ktorý sa testuje vo vlhkostnej komore na kompletných statoroch
- hodnotenie navlhavosti impregnantu

Metodiky na hodnotenie kompatibility impregnantu s časťami izolačného systému vinutia

- skenovacia elektrónová mikroskopia aplikovaná pri hodnotení kompatibility impregnantu s vývodovými vodičmi
- skúšky starnutia drážkovej izolácie pri hodnotení kompatibility impregnantu s izolačnými materiálmi vinutia

Metodiky na hodnotenie funkčných vlastností impregnantu

- NMR spektroskopia aplikovaná pri hodnotení reprodukovateľnosti syntézy živíc
- testy sedimentácie aplikované pri vývoji ekologického impregnantu s upravenými reologickými vlastnosťami a s tým súvisiace hodnotenie stekania impregnantu vo zvislom smere a hmotnostné bilancovanie na zväzkoch priamych vodičov

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v slovenskom jazyku (max. 20 riadkov)

Cieľom riešenia projektu bol výskum metód vhodných na testovanie kvality a účinnosti impregnantov. V rámci riešenia projektu sa okrem výskumu a modifikácií nových typov AC impregnantov vyvinuli, resp. otestovali metódy hodnotenia, ktoré významnou mierou prispievajú k predchádzaniu potenciálnym problémom pri testovaní produktov u zákazníka. Pri opakovaných testovaniach na komerčných technológiách vznikajú zvýšené náklady pre potenciálneho zákazníka, čím sa znižuje dôvera v ponúkaný produkt a šanca uspieť v konkurencii svetových výrobcov. Každá jedna metóda hodnotenia, ktorá sa vyšpecifikovala

pre riešenie daného problému, resp. pre overenie hodnotenia, viedla k pozitívnemu výsledku a je použiteľná pre testovanie kvality a účinnosti impregnantov aj v budúcnosti. Metódy hodnotenia použité pri laboratórnych experimentoch boli vždy overené v prevádzke s dobrou zhodou dosiahnutých výsledkov. V rámci riešenia boli dosiahnuté aj viaceré ďalšie prínosy, z ktorých možno spomenúť 31 publikácií, z toho 4 indexované, 1 prihlášku patentu a 4 diplomové práce, výsledky sú za celé obdobie riešenia. Na základe dosiahnutých výsledkov riešenia boli spracované 3 návrhy projektov, jeden bol vybraný na financovanie. Výsledky prinesú po krátkej vývojovej fáze viaceré nové realizácie výrobkov, kde už v prvom roku po ukončení riešenia plánuje VUKI a.s. dosiahnuť ako ich realizátor tržby na úrovni minimálne 30 tis. EUR. Výsledky sú podrobne opísané v správach z riešenia a zoznamoch výstupov a prínosov projektu za jednotlivé roky riešenia projektu.

Súhrn výsledkov riešenia projektu a naplnenia cieľov projektu v anglickom jazyku (max. 20 riadkov)

The aim of the project was to research methods suitable for testing the quality and effectiveness of impregnants. Within the project solution framework we have not only researched and modified new types of AC impregnants, but also tested evaluation methods that will significantly contribute to the prevention of potential problems while product testing at the respectable customer. By repeated testing on commercial technologies increased costs are a matter of course for the potential customer, which reduces confidence in the product offered and the chance of success in competition with global manufacturers. Every single evaluation method that has been specified for the problem solution, or for verifying the evaluation, has led to a positive result and is usable for testing the quality and effectiveness of impregnants in the future. The evaluation methods used in the laboratory experiments have been always verified in operation, possessing good compliance of the results obtained. Within the solutions, several other benefits have been achieved, namely 31 publications, of which 4 are indexed, 1 patent application and 4 diploma theses, the results are for the whole period of the solution. Based on the achieved results of the solution, there have been 3 project proposals processed, one being selected for funding. After a short development phase, the results will bring several new product realizations, where in the first year after the completion of the solution, VUKI a.s. as their implementer plans to achieve sales at the level of at least 30 thousand EUR. The results are described in detail in the solution reports and lists of project outputs and benefits for individual years of the project solutions.