

АНАЛІЗ ФІЗИЧНИХ МЕХАНІЗМІВ ПРОБОЮ ПОЛІМЕРНОЇ ІЗОЛЯЦІЇ

Шевченко С.Ю., Ніконов М.С.

Національний технічний університет

«Харківський політехнічний інститут», м. Харків

Полімери – такі як поліетилен, поліпропілен, полівінілхлорид, епоксидні смоли та силікони – стали невід'ємною частиною ізоляційних конструкцій як у низьковольтному, так і високовольтному обладнанні. Водночас, в умовах тривалої експлуатації та дії зовнішніх чинників спостерігається поступове зниження їх електричної міцності, що може призводити до аварійних ситуацій.

Метою роботи є систематизація фізичних механізмів виникнення пробою ізоляції полімерного типу та аналіз чинників, які прискорюють цей процес. На основі огляду літературних джерел та фізичних моделей було виділено чотири основні типи пробою: електричний, електротепловий, електромеханічний та електрохімічний [1].

Електричний пробій обумовлений розвитком електронної лавини в результаті дії сильного електричного поля, що викликає іонізацію матеріалу. У випадку неоднорідної структури діелектрика, наявність газових включень або мікродфектів посилює локальні напруження, що сприяє пробою при нижчих напругах. Електротепловий пробій є наслідком порушення балансу між теплогенерацією та тепловідведенням усередині матеріалу. Зростання температури призводить до підвищення провідності полімеру, що створює позитивний зворотний зв'язок і викликає лавиноподібне розігрівання ізоляції аж до її руйнування. Електромеханічний пробій пов'язаний із накопиченням механічних напружень у матеріалі, які виникають під дією електричного поля та зовнішніх факторів – таких як вібрація або ультрафіолетове опромінення. Це може призводити до утворення мікротріщин, які знижують електричну міцність і прискорюють деградацію. Електрохімічний пробій розвивається протягом тривалого періоду часу через взаємодію полімеру з вологістю, киснем, озоном та іншими агресивними чинниками навколишнього середовища. В умовах постійного електричного поля ці процеси призводять до зміни хімічної структури матеріалу, зниження опору і, зрештою, до пробою.

Окрему увагу приділено аналізу структури полімерів з погляду молекулярної будови [2]. Розглянуто роль sp^3 -гібридизації атомів карбону, енергетичних рівнів у полімерній матриці та механізмів переносу заряду, зокрема тунельних процесів та стрибкоподібної провідності.

Література:

1. Ніконов М. С. Аналіз видів пробою полімерної ізоляції / М. С. Ніконов, С. Ю. Шевченко // Вісник Національного технічного університету «ХПІ». Сер. : Енергетика: надійність та енергоефективність. – 2024. – № 2 (9). – С. 31-35.
2. Kulikov V. Electrical breakdown of polymer materials // Norwegian Journal of Development of the International Science. – 2021. – № 62. – P. 51–54.