

УДК 621.314

Афанасьєв О. І.¹, Арсланов А.С.², Барінов Д.Ю.², Зарубін М.С.²¹ канд. техн. наук, доц. НУ «Запорізька політехніка»² студ. гр. Е-414м НУ «Запорізька політехніка»

ДОСЛІДЖЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ВИСОКОВОЛЬТНОГО ЕЛЕКТРООБЛАДНАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ЙМОВІРНІСНОГО МОДЕЛЮВАННЯ

Подальше зростання вимог відносно експлуатаційної надійності електрообладнання підстанцій високої напруги та їх розподільних пристроїв (РП) значною мірою залежить від їх електричних апаратів, що складають їх головні кола. Аналіз головних параметрів та умов експлуатації апаратної частини підстанцій показав, що значного ефекту внаслідок вдосконалення експлуатаційних характеристик електрообладнання, наприклад окремих складових ізоляційної конструкції (ІК), можливо отримати за двома головними напрямками. По-перше, це за рахунок покращення системи захисту від перенапруг як комутаційного, так і атмосферного походження, а по-друге, за рахунок впровадження засобів для більш рівномірного розподілення напруженості електричного поля в зонах максимального навантаження. Крім того, підвищення експлуатаційної надійності можливо отримати за рахунок вдосконалення системи резервування.

Сучасні тенденції щодо підвищення вимог відносно нормування та прогнозування показників експлуатаційної надійності ІК та її складових створюють необхідність вирішення задачі оцінювання та аналізу показників надійності в конкретних умовах експлуатації. При цьому слід більш точно враховувати структурні особливості ІК та специфіку фізичних процесів, що впливають на роботу електрообладнання у структурі РП високої напруги. Опит експлуатації показує, що рівень працездатності більшості електроапаратного обладнання визначається двома головними чинниками, це умовами теплового стану електричних апаратів та режимом електричного навантаження їх ІК. Якщо перший чинник відрізняється відносною стабільністю впродовж процесу експлуатації, то другий чинник має суттєву залежність від умов експлуатації та конкретних конструктивних рішень, наприклад особливостей системи екранування ІК.

У сучасному високовольтному апаратобудуванні при виготовленні ІК все більш широке застосування отримують полімерні ізоляційні матеріали. Їх високу трекінго-ерозійну та дугову стійкість, а також вологостійкі характеристики забезпечуються використанням спеціального ребристого покриття на основі силіконової або етиленпропіленової електротехнічної гуми. Аналіз головних характеристик вище позначених елементів показав, що важливим чинником, який має вплив на показники експлуатаційної

надійності полімерних ІК слід вважати напруженість електричного поля. В структурі ІК таких електричних апаратів, що використовують для комплектації РП, як вимірювальні трансформатори, обмежувачі перенапруг, шинні опори, тощо має місце різко нерівномірне розподілення напруженості поля уздовж висоти або довжини ІК. Таки умови електричного навантаження можуть оказувати суттєвий вплив на тривалість експлуатації та, як наслідок цього, на показники експлуатаційної надійності. Все це створює необхідність оцінювати вплив напруженості поля на термін експлуатації та відповідно на показники експлуатаційної надійності ІК.

Більш того, на окремі складові РП суттєвий вплив оказує структура системи резервування головних кіл в умовах обрання тих чи інших схемних рішень. Як правило підвищення глибини резервування приводить до покращення показників надійності, але при цьому можуть погіршуватися економічні показники, наприклад зростання капіталовкладень у будівництво. В цьому випадку гостро виникає необхідність проведення низки досліджень щодо вибору оптимальних співвідношень між такими складовими процесу проектування, як технічні рішення, рівень підвищення надійності та додаткові економічні витрати, що потрібні для цього.

Вирішення цієї задачі зручно реалізувати шляхом ймовірнісного моделювання, для чого розроблено алгоритм та необхідне програмне забезпечення для визначення розподілення напруженості поля уздовж опорної ІК для вище означених видів електричних апаратів. Використання цього комплексу дозволяє оцінювати такі показники надійності, як ймовірність безвідмовної праці, математичне очікування середнього напрацювання до відмови та густину розподілу в умовах застосування нормального закону розподілу часу напрацювання до відмови. Розроблено логічну розрахункову модель та необхідний для її реалізації математичний апарат для оцінки головних показників надійності складних резервованих схем РП в умовах використання в якості теоретичного експоненціального закону розподілу випадкової величини.