

3. Експериментально встановлена наявність паразитних високочастотних коливань при вимиканні силового транзистора КРП-ПНС, які впливають на діапазон регулювання вихідної напруги та на коефіцієнт її пульсацій.

Список використаних джерел

1. ON Semiconductor, "Power Factor Correction (PFC) Handbook- Choosing the Right Power Factor Control-ler Solution", Rev. 2, Aug 2004.
2. Сертификация радиоэлектронной аппаратуры на соответствие требованиям электромагнитной совместимости/В. Семенов//Chip news. – 2004. – № 5. – С. 51-53.
3. Ли Ф.К. Высоочастотные квазирезонансные преобразователи. ТИИЭР / Ф. К. Ли // Тематический выпуск. «Энергетическая электроника» / под ред. В.А. Лабунцова. – М.: Мир. – Т. 76. – 1988. – № 4. – С. 83-97.
4. Стабилизаторы постоянного напряжения с широтно-импульсными и частотно-импульсными квазирезонансными преобразователями / Ю. А. Денисов. – Киев: Изд. Института электродинамики НАН Украины, 2001. – 146 с.
5. T. Firmansyah, E. Abe, S. Shoyama, M. Tomioka, S. Ninomiya "An active-clamped full-wave zero-current-switched quasi-resonant boost converter in power factor correction application", Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2010, Twenty-Fifth Annual IEEE, February 25, p. 30.
6. S. Tomioka, S. Abe, M. Shoyama, T. Ninomiya, E. Firmansyah, "Zero-current-switched quasi-resonant boost converter in power factor correction application", Applied Power Electronics Conference and Exposition (APEC), 2009, Twenty-Fourth Annual IEEE, February 6, p. 11.

УДК 504.054

А.О. Квицинський, канд. техн. наук

І.О. Майстренко, інженер

Відокремлений підрозділ «Науково-технічний центр електроенергетики» НЕК «Укренерго», м. Київ, Україна

ПРОГНОЗУВАННЯ МАСШТАБІВ ЗАРАЖЕННЯ АТМОСФЕРНОГО ПОВІТРЯ НАСЕЛЕНИХ МІСЦЬ ЕЛЕГАЗОМ І ПРОДУКТАМИ ЙОГО РОЗКЛАДАННЯ

Проаналізовано можливі масштаби зараження атмосферного повітря елегазом і продуктами його розкладання і встановлено, що у разі нормальної роботи елегазового електрообладнання перевищення гранично допустимих концентрацій елегазу та продуктів його розкладання не відбувається.

Елегаз успішно використовувався в електроенергетиці в силовому обладнанні для передавання та розподілення електричної енергії (розподільні установки високої та середньої напруги, елегазові підстанції, головні вимикачі замкненої мережі, автоматичні вимикачі, трансформатори, кабелі). Це синтетичний газ, утворений шістьма атомами фтору, зібраними навколо атома сірки, розташованого в центрі. Хімічний зв'язок між фтором і сіркою відомий як один із найстабільніших існуючих атомних зв'язків. Шість таких зв'язків надають молекулі дуже високої хімічної та термічної стійкості.

У процесі нормальної експлуатації під дією електричної дуги в обладнанні, де міститься елегаз, атоми фтору відриваються, утворюється безліч радикалів, іонів або нейтральних молекул, залежно від типу збудження та підведеної потужності. Коли підведення енергії припиняється, більшість атомів перегруповуються, щоб сформувати молекулу елегазу, у той час як деякі з них комбінуються з іншими речовинами, для утворення низки стабільних кінцевих продуктів.

Під час розкладання елегазу частковими розрядами, проміжними продуктами є фрагменти елегазу SF₅, SF₄ і F, що сполучаються з киснем і водою, утворюючи сполуки, в основному – HF, SO₂, SOF₂, SOF₄ і SO₂F₂. Завдяки низькій енергії часткових розрядів накопичені кількості цих сполук зазвичай є дуже незначними. Кількість цих побічних

продуктів визначають за кількістю операцій комутації, конструкцією обладнання та використанням адсорбентів (тверді адсорбенти, молекулярні сита). Газонаповнені відсіки комутаційної апаратури можуть також містити матеріальні частинки і металевий пил, що утворюються внаслідок тертя контактів і комутаційної електроерозії.

У разі вдихання деяких продуктів розкладання елегазу у високих концентраціях виникає подразнення слизової оболонки та нудота. Однак завдяки сильному запаху, наявність цих газів можна розпізнати навіть при дуже низькій концентрації, коли вони ще не становлять небезпеки для здоров'я.

Елегазове обладнання не є організованим джерелом викиду хімічних чинників у повітря населених місць; останні можуть з'являтися лише під час аварійних ситуацій. Наявність продуктів розкладання елегазу є важливим лише у разі потрапляння їх у повітря робочої зони чи атмосферне повітря. Їхні концентрації в комплектній розподільній установці не мають ніякого прямого значення, особливо, якщо в газонаповненому відсіку наявні адсорбенти, які очищують елегаз.

Елегаз може бути наявним у атмосфері населених місць, а також у повітрі робочої зони приміщення комплектної розподільної елегазової установки внаслідок експлуатаційного витoku (до 0,5 % від загальної кількості елегазу протягом року) або аномального витoku, коли руйнується газонепроникний корпус чи коли він не може вмістити весь газ, і газ із елегазових електроустановок викидається назовні через запобіжний клапан (наприклад – у разі внутрішнього пробую).

Оцінюючи ризик для здоров'я людини, необхідно чітко розрізняти стан експлуатаційного витoku і ситуацію внутрішнього пробую, що призводить до раптового викиду значної кількості використовуваного елегазу в повітря.

У разі експлуатаційного витoku необхідно розглядати вплив довгострокової експозиції газоподібних продуктів розкладання елегазу. Концентрації цих продуктів у повітрі мають залишатися досить низькими, щоб не становити ніякої загрози незахищеному персоналу впродовж звичайного робочого періоду.

Наднормативний витік може бути спричинено як механічним пошкодженням компонентів чи герметизації стиків, так і механічним пошкодженням, викликаним аномальним ударним навантаженням. У разі раптового викиду елегазу з обладнання внаслідок внутрішнього пробую, необхідно розглядати вплив миттєвої експозиції. У цьому разі необхідно евакуювати персонал і провентильовати приміщення, а також негайно вжити відповідних коригувальних заходів із локалізації та усунення витoku.

Експлуатаційні та аномальні витoki використовуваного елегазу з обладнання є небажаними. Допустиме значення експлуатаційного витoku газу з елегазових електроустановок високої напруги становить 0,5 % на рік на газонаповнений відсік, а з обладнання середньої напруги – 0,1 %.

Під час проведення розрахунків на основі матеріальних балансів брали до уваги те, що газ витоків з елегазових електроустановок являє собою суміш хімічних сполук: гексафториду сірки (95 %), фтороводню (2,5 %), сірчистого ангідриду (2 %), фториду алюмінію (0,5 %).

Прогнозування масштабів можливого зараження атмосферного повітря населених місць унаслідок експлуатаційного витoku газу з елегазових електроустановок у разі нормальної роботи було проведено відповідно до РД 52.04.212-86 (ОНД-86) "Методика розрахунку концентрацій в атмосферному повітрі шкідливих речовин, що містяться в викидах підприємств" та РД 52.04.253 "Метод прогнозування масштабів забруднення сильнотокуючими отруйними речовинами при аваріях (руйнуваннях) на хімічно небезпечних об'єктах і транспорті".

Розрахунок показав, що ризик для здоров'я внаслідок експлуатаційного витoku газу з елегазових електроустановок на електроенергетичних об'єктах, в яких міститься до

5 т елегазу, відсутній. Розраховані концентрації елегазу набагато нижчі від встановлених норм.

Прогнозування масштабів можливого зараження атмосферного повітря населених місць у разі внутрішнього короткого замикання з неконтрольованим виникненням електричної дуги і розгерметизацією відсіку здійснювали відповідно до вимог РД 52.04.253.

Під час прогнозування можливої зони зараження брали до уваги те, що відбувається одночасний викид сумарного запасу шкідливої речовини. Метеорологічні умови: інверсія, швидкість вітру – 1 м/с. Для розрахунку використовували відомі лінійні залежності та розглядали тільки ту кількість елегазу, що міститься в найбільшому газонаповненому відсіку. Це обґрунтовується тим, що два або більше газонаповнених відсіків не можуть одночасно бути зруйнованими. Також було враховано, що у разі внутрішнього короткого замикання з неконтрольованим виникненням електричної дуги та розгерметизацією відсіку вміст чистого елегазу в суміші може зменшуватися до 90 %.

Результати прогнозування можливої зони зараження, залежно від кількості елегазу в найбільшому газонаповненому відсіку, наведено на рисунку 1.

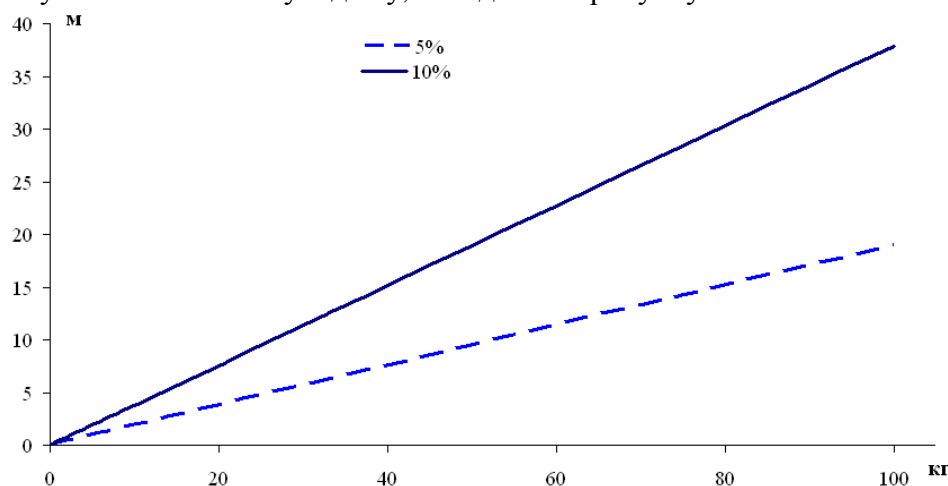


Рис. 1. Зона можливого зараження атмосферного повітря населених місць у разі внутрішнього короткого замикання з неконтрольованим виникненням електричної дуги або розгерметизацією відсіку

Маса елегазу в найбільшому відомому газонаповненому відсіку становить 92 кг. Таким чином, можна стверджувати, що для нього максимальна межа зони зараження буде знаходитися на відстані 35 м від обладнання.

Висновки

1. Побудовано модель дифузії елегазу в атмосферному повітрі у разі аномального витоку, яка підтвердила наведені вище дані.

2. Використання гексафториду сірки в електрообладнанні пов'язане з незначним впливом на місцеве навколишнє середовище та екосистему. Проте ситуація залишатиметься такою лише за умови належної уваги з боку користувачів обладнання, що містить елегаз.

3. У разі нормальної роботи елегазових електроустановок перевищення гранично допустимих концентрацій елегазу та продуктів його розкладання від дії електричної дуги в повітрі робочої зони та атмосферному повітрі населених місць унаслідок експлуатаційного витоку не відбувається.

4. У випадках внутрішнього пробію у відсіку з порушенням цілісності його оболонки, яке призводить до раптового викиду значної кількості використовуваного елегазу в повітря, максимальна межа зони зараження буде знаходитися на відстані 35 м від об-

ладнання. В цих випадках системою організаційних і технічних заходів можна забезпечити життя і здоров'я обслуговуючого персоналу.

Список використаних джерел

1. B. Belmadani, et al., SF6 decomposition under power arcs, physical aspects, IEEE Trans, on Elec. Ins., Vol. 26, No. 6, 1991.
2. S. Wartmann and J. Harnisch, Reductions of SF6 emissions from high and medium voltage electrical equipment in Europe, Ecofys GmbH, Nurnberg, Germany, 2005.
3. K. Yokotsu, Y. Ichikawa et al., Recent practice for huge reduction of SF6 gas emission from GIS & GCB in Japan, CIGRE SC A3 & B3 Joint Colloquium and Tutorial in Japan, 26th - 28th Sep 2005, Tokyo, Japan, 2005.
4. IEC/TR 62271-303(2008) – High-voltage switchgear and controlgear - Part 303: Use and handling of sulphur hexafluoride (SF6).
5. IEC 60480 (2004) – Guidelines for the checking and treatment of sulfur hexafluoride (SF6) taken from electrical equipment and specification for its re-use.