

ВОЛОКОННО-ОПТИЧНІ СИСТЕМИ ЗАХИСТУ ВІД ЕЛЕКТРИЧНОЇ ДУГИ В КОМПЛЕКТНИХ РОЗПОДІЛЬНИХ ПРИСТРОЯХ ЕЛЕКТРИЧНИХ ПІДСТАНЦІЙ

Безпрозванних Г.В., Ільченко К.В.

*Національний технічний університет
«Харківський політехнічний інститут», м. Харків*

Статистика пошкоджень обладнання розподільчих електричних мереж напругою 6 – 35 кВ свідчить про те, що найбільш часто виходять з ладу коміртки комплектних розподільних пристроїв (КРП) як внутрішньої, так і зовнішньої установки від впливу електричної дуги. Дугове коротке замикання в відсіках КРП виникає в результаті електричного пробоя ізоляції між двома провідниками або між провідником та землею. Електрична дуга супроводжується виникненням ударної хвилі та виділенням значної кількості теплової енергії, що може стати причиною пошкодження значної частини обладнання. Подача електричної енергії призупиняється, а сам процес відновлення секції може зайняти довготривалий час та потребувати значних затрат. Для ліквідації пошкоджень від дуги в КРП передбачено дуговий захист, в основу котрого покладено принцип контролю світлового потоку та струму. Сучасні галузеві нормативно-технічні документи пропонують оснащувати системами дугового захисту всі КРП напругою 6 – 35 кВ. При застосуванні сучасних волоконно-оптичних систем фіксується оптичне випромінювання спалаху світла (рисунок 1), що виникає при дуговому короткому замиканні. Такий підхід дозволяє мінімізувати час спрацьовування вимикача. В якості волоконно-оптичних датчиків застосовуються фототиристри, транзистори, діоди, резистори або волоконно-оптичні лінії. Найбільш розповсюджені два типи волоконно-оптичних сенсорів, що відрізняються чутливими елементами.

Амплітуда, в.о.

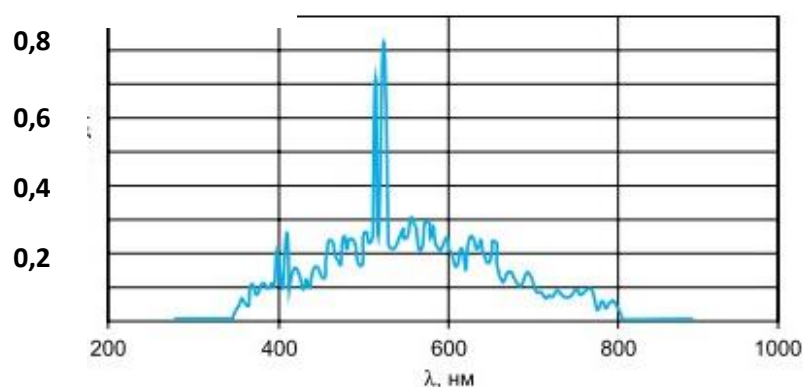


Рисунок 1 – Спектр оптичного випромінювання спалаху електричної дуги

У випадку застосування точкового датчику лінзового типу випромінювання спалаху збирається ширококутовим приймачем оптичного випромінювання на основі двохлінзової системи, розміщеної на торці волоконно-оптичного кабелю. Іншим типом волоконно-оптичного датчику є волоконно-оптична лінія на основі багатомодового полімерного оптичного

волокна (ПОВ) (рисунок 2) в прозорій вогнестійкій полімерній оболонці (так званий лінійний датчик), що реєструє спалах дуги (світло) всією своєю поверхнею. В такому датчику полімерне оптичне волокно, числова апертура (NA) котрого становить 0,5 (для порівняння: в кварцовому багатомодовому оптичному волокні з градієнтним профілем показника заломлення $NA=0.25 - 0,27$), сприяє захвату значної частини світла, що падає на його поверхню. Оптичне перетворення випромінювання дуги та перевірка цілісності волокна здійснюється за допомогою оптичного приймача-передавача, в склад котрого входить світлодіод (LED) для передачі тестового сигналу. Для забезпечення дальності передачі у разі віддаленого управління сенсором робоча довжина хвилі LED повинна відповідати довжині хвилі мінімального коефіцієнту загасання ПОВ. Приймальна частина трансивера включає PIN-фотодіод та трансїмпедансний підсилювач.

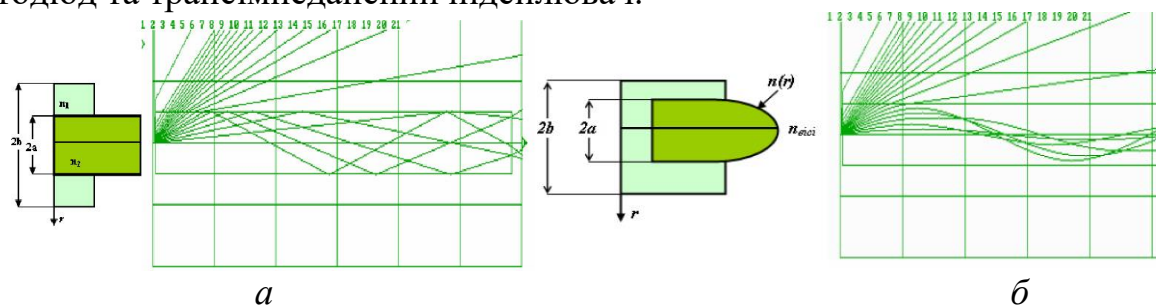


Рисунок 2 – Моделювання траєкторії світлових променів в багатомодових оптичних волокнах зі ступінчастим (а) та градієнтним (б) профілем фазового показника заломлення

Діаметр осердя ($2a$) ПОВ знаходиться в діапазоні від 200 до 920 мкм, а оболонки ($2b$) – зазвичай на 20 – 50 мкм більше за діаметр осердя. Найбільш широко в якості матеріалу осердя ПОВ застосовуються поліметилметаакрилат (ПММА або технічна назва – органічне скло). ПММА має відносно слабе поглинання світла в видимому оптичному діапазоні довжин хвиль, в якому спостерігається спалах світла від дугового замикання (див. рисунок 1) в порівнянні з полістиролом та полікарбонатом (в останньому коефіцієнт загасання становить 600 дБ/км на довжині хвилі 770 нм) .

Таким чином, дугові короткі замикання, що все частіше стають серйозною проблемою при експлуатації електричних підстанцій, потребують впровадження високоефективних, завадостійких, високочутливих та швидкодійних волоконно-оптичних систем захисту від електричної дуги в комплектних розподільних пристроях. При застосуванні лінзового сенсору слід застосовувати відрізки градієнтного багатомодового волокна товщиною 150 – 200 мкм, що виконують роль фокусуєчої лінзи для узгодження вводу оптичного випромінювання з лінзи в волоконно-оптичний кабель (рисунок 2 б). При застосуванні в якості чутливого елемента волоконно-оптичного кабелю перевагу слід віддавати ПОВ зі ступінчастим профілем показника заломлення (див. рисунок 2 а): в такому волокні розповсюджується більше променів (мод) в порівнянні з градієнтним, що підвищує чутливість сенсора з таким волокном.