

ЗАСІБ ПОДАВЛЕННЯ АПЕРІОДИЧНОЇ СКЛАДОВОЇ СТРУМУ ПРИ КОМУТАЦІЯХ ЛІНІЙ НАДВИСОКОЇ НАПРУГИ

Кучанський В. В.

Інститут електродинаміки НАН України (м. Київ)

В статті розглянуто особливості експлуатації елегазових вимикачів, які слід враховувати при їх впровадженні на лініях електропередач надвисокої напруги 750 кВ.

Постановка проблеми. В магістральних електричних мережах відбулась заміна повітряних вимикачів на елегазові. Ця модернізація зумовлена тим, що сучасна електротехнічна промисловість не виготовляє повітряні вимикачі і в разі пошкодження здійснити ремонт і поновити електропостачання буде неможливо. В порівнянні з повітряними вимикачами елегазові мають певні переваги, основними з яких є швидкодія та висока вимикаюча здатність, а також можливість встановлення додаткового пристрою керованої комутації. Момент комутації елегазового вимикача є випадковою величиною і виконати розмикання чи замикання у необхідний момент є неможливою задачею без застосування керованої комутації. Такий недолік під час експлуатації призводив до аварійних ситуацій, в тому числі до появи аперіодичних складових у струмах електромагнітних перехідних процесів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Пошкодження елегазових вимикачів, які в останні роки відбулися на ряді підстанцій України та світі [1-2], з усією очевидністю продемонстрували необхідність термінової розробки та удосконалення заходів обмеження тривалості існування аперіодичної складової струму через яку відбуваються аварії. Включення поперечно-компенсованих ліній електропередачі надвисокої напруги супроводжується появою аперіодичної складової (АС) в струмах лінійних вимикачів, яка перешкоджає досягненню струмом нульової величини та призводить до затримки переривання струму в вимикачах непошкоджених фаз [1].

Мета статті. Дослідження умов протікання короткотривалих електромагнітних перехідних процесів в лініях електропередачі надвисокої напруги, пошук засобів по запобіганню можливому виникненню аварійних режимів та виявлення вирішальних факторів, що більш всього впливають на тривалість аперіодичної складової струму.

Основні матеріали дослідження. В статті розглядається цикл трифазного автоматичного повторного включення на лінії 750 кВ з встановленими двома групами шунтувальних реакторів та з величинами параметрів по прямій та зворотній послідовності. Для дослідження електромагнітних комутаційних перехідних процесів була застосована імітаційна модель, яка розроблена в середовищі MATLAB/SIMULINK [1]. Результати моделювання, були неодноразово верифіковані з осцилограмами інформаційно-діагностичного комплексу "РЕГІНА" при дослідженні резонансних перенапруг в паузі однофазного автоматичного повторного включення [1].

До складу моделі входить підмоделі атомної еле-

ктростанції на якій встановлено 2 турбогенератора типу ТВГ-500-2, груп шунтувальних реакторів, повітряна лінія електропередачі, яка розбита на дві частини, для надання можливості моделювання короткого замикання в будь-якій точці. Електроенергетична система моделюється трифазним джерелом живлення. Також до складу моделі входять спеціальний блок визначення аперіодичної складової струму. В моделі коротке замикання відбувається на фазі А. Полюси вимикачів в моделі розглядаються окремо для кожної з фаз: кожен полюс моделюється ідеальним вимикачем. Це дає можливість незалежно змінювати моменти замикання кожного з полюсів під час моделювання.

На рис. 1 наведено результати моделювання струму в фазі В під час трифазного автоматичного повторного включення. На рис. 1 наведено графік зміни аперіодичної складової струму I_{ap} . На рис. 1 пунктирною лінією позначено величину гранично допустимої аперіодичної складової струму, яка не повинна перевищувати 58% відповідно до паспортних даних вимикача типу LTV 800E4. В момент часу 0.02 (с) відбувається коротке замикання, яке ліквідується в 0.08 (с) відповідно до технічного регламенту. Пауза трифазного повторного включення триває 0.53 секунди після чого фази повітряної лінії вмикаються в моменту часу 0.61 (с). Як видно з рис. 1 протягом часу від 0.61 до 0.7 секунди аперіодична складова струму перевищує граничну допустиму величину. Існування аперіодичної складової струму триває приблизно чотири з половиною періоди промислової частоти і якщо в цей момент часу необхідно буде відключити фазу В, то відбудеться пошкодження полюсів вимикача через причини, які описані вище.

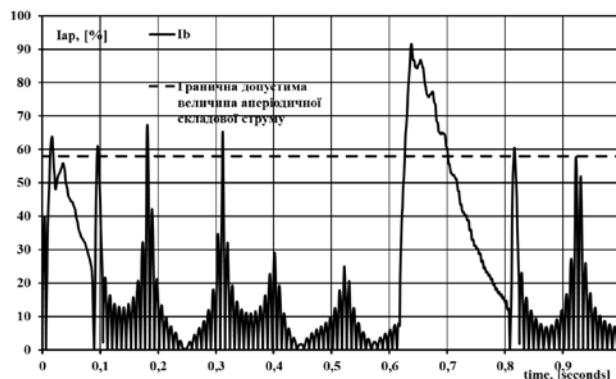


Рисунок 1 – Аперіодична складова струму

Для зменшення тривалості існування аперіодичної складової може бути застосована керована комутація для комутації полюсів вимикача у необхідний момент синусоїди [3]. Слід зазначити, що компанія ABB (Asea Brown Boveri Ltd.) розробила пристрій керованої комутації Switchsync F236, що призначений для автоматичних елегазових вимикачів з пополюсним керуванням. Призначення цього пристрою полягає в замиканні і/або розмиканні полюсів вимикача в необхідній точці синусоїди струму або напруги, яка є прийнятною для усунення небажаного впливу перехідних процесів при планових комутаціях силового обладнання.

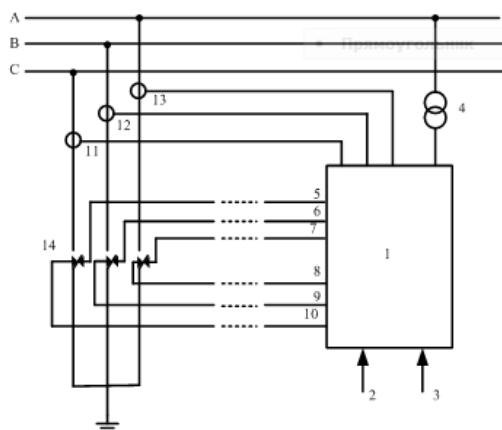


Рисунок 2 – Схема підключення Switchsync F236

На рис. 2 вказані елементи пристрою керованої комутації Switchsync F236: 1 – Switchsync F236; 2,3 – входи; 4 - трансформатор напруги; 5-10 – робочі котушки; 11-13 – трансформатори струму; 14 – елегазовий вимикач.

Для випадку включення лінії, у паспортних даних Switchsync F236 дає п'ять уставок (1-5), що наведені в таблиці. Для порівняння взяті уставки (6-8), що відповідають мінімальній величині синусоїди напруги в таблиці.

Таблиця 1 – Вплив моментів включення вимикача на тривалість існування аперіодичної складової струму

Уставки	Моменти підключення фаз вимикача, мс			Тривалість існування АС вище гранично допустимої величини 58 %, мс		
	A	A	B	A	B	C
1	0,9	4,2	7,6	54	73	44
2	4,2	10,9	4,77	27	0	3
3	7,6	14,2	10,9	26	35	2
4	9,2	15,9	12,6	9	0	2,5
5	5	11,6	8,3	28	24	28
6	0	10	20	0	0	0
7	10	0	20	0	0	0
8	20	10	0	0	0	0

В табл. 1 наведені результати моделювання для ліній електропередачі підстанція Київська 750 кВ - Рівненська атомна електростанція з вказаними уставками моментів комутації. Як видно з результатів моделювання при вказаних уставках (1-5) комутації аперіодична складова струму існує майже в кожній фазі протягом тривалого часу. Це зумовлено тим, що уставки замикання вимикача підібрані таким чином, що жоден з моментів замикання не співпадає з моментом перетину синусоїди напруги осі часу.

Висновки. При заміні повітряних вимикачів на елегазові необхідно ретельно виконувати дослідження умов появи та існування аперіодичної складової, і, відповідно, розробку заходів подавлення для кожної конкретної лінії. З розглянутих уставок для вирішення проблеми невідключення перехідних струмів при наявності тривалої аперіодичної складової в фазах є уставки 6-8. Уставки надані виробником ABB (Asea Brown Boveri Ltd.) є помилковими та можуть призвести до пошкодження вимикачів через тривале горіння дуги.

Список використаних джерел

1. Кучанський В. В. Критерій виникнення резонансних перенапруг в аномальних режимах ліній електропередач надвисокої напруги / В. В. Кучанський // Наукові праці Вінницького національного технічного університету. – 2016. – №4. – С. 51–54.
2. Тугай Ю. І. Перехідні процеси в розподільчих пристроях електростанцій з елегазовими вимикачами / Ю. І. Тугай, В. А. Мельничук // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. – 2014. – № 39. – С. 5-9.
3. Controlled Switching // Buyers & Application Guide, Edition 3.1. ABB AB. – 2010. – P. 54.

Анотація

МЕРОПРИЯТТЯ ПОДАВЛЕННЯ АПЕРІОДИЧЕСКОЙ СОСТАВЛЯЮЩЕЙ ТОКА ПРИ КОММУТАЦИЯХ ЛИНИЙ СВЕРХВЫСОКОГО НАПРЯЖЕНИЯ

Кучанский В. В.

В статье рассмотрены особенности эксплуатации элегазовых выключателей, которые следует учитывать при их внедрении на линиях электропередач сверхвысокого напряжения 750 кВ.

Abstract

THE MEASURE FOR SUPPRESSION APERIODICAL CURRENT COMPONENT AT TRANSIENTS EXTRA HIGH VOLTAGE LINES

V. Kuchanskyy

The article deals with the features of the operation of SF6 circuit breakers, which should be taken into account when they are applied on the transmission lines 750 kV.