

ВИКОРИСТАННЯ НЕПОВНОРЕАКТОРНИХ РЕЖИМІВ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Лиховид Ю. Г.¹, Мельничук В. А.², Тугай І. Ю.³¹ДП НЕК "Укренерго",²ДВНЗ "Київський енергетичний коледж",³Інститут електродинаміки НАН України (м. Київ)

Розглянуто питання впливу роботи неповнореакторної групи шунтувальних реакторів на значення напруги ліній електропередачі. Зроблені висновки щодо раціонального використання шунтувальних реакторів.

Постановка проблеми. На поточний час в об'єднаній електроенергетичній системі України (ОЕС України) для компенсації зарядної потужності ліній електропередач надвисокої напруги (ЛЕП НВН) 750 кВ використовуються групи однофазних шунтувальних реакторів (ШР). Наразі їх кількість сягає близько 30. В Україні для цього класу напруги застосовуються ШР типу РОМ-110000/750. У конструктивному виконанні вони являють собою циліндричну обмотку без сталевго осердя та зі сталим індуктивним й омичним опором. Групи шунтувальних реакторів можна підключати до шин первинної, вторинної або третинної напруг підстанцій електропередачі. Реактори підключаються через спеціальний вимикач-розмикач, елегазовий вимикач або роз'єднувач.

Під час експлуатації внаслідок різних чинників, наприклад, під час ремонту одного чи декількох шунтувальних реакторів з групи, у роботі може знаходитися так звана неповнореакторна група ШР. Такі режими вносять несиметричну складову у нормальний режим роботи лінії – ступінь компенсації зарядної потужності фази з виведенням у ремонт реактором буде меншим за ступені компенсації інших фаз. Зважаючи на це, у безреакторній фазі може виникнути робоча напруга вища за рівні напруги інших фаз, і навіть перенапруги в цій фазі.

Окрім зазначеного, постійно діюча несиметрія неповнореакторного режиму матиме вплив на короткочасну несиметрію при виконанні комутаційних операцій, та, відповідно, зростатиме вірогідність виникнення тривалих та короткочасних перенапруг. Тому дослідження цієї проблеми є актуальною теоретичною та практичною задачею.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Як зазначено у [3], навіть за умов загальної перекомпенсованості мережі 750 кВ шунтувальними реакторами проблема забезпеченості технічно припустимих рівнів напруги лишається актуальною. Цьому явищу сприяє високий рівень аварійності встановлених шунтувальних реакторів. Так, відповідно до проведеного аналізу, [3] визначено, що у робочому стані у мережах 750 кВ можуть одночасно перебувати не більше, ніж 18-19 реакторних груп з усіма наступними наслідками.

Мета статті. Досліджено вплив роботи неповнореакторних груп ШР на ЛЕП НВН. Запропоновано розв'язання проблем перенапруг на підстанціях з неповною реакторною групою шляхом використання ШР інших підстанцій.

Основні матеріали дослідження. У своїй переважній більшості в ОЕС України на ЛЕП НВН 750 кВ

застосовується по одній реакторній групі на кінцях лінії. Це пояснюється великою вартістю устаткування, що у свою чергу не дає можливості резервувати обладнання. Тому у разі відключення одного ШР на підстанції спостерігається виникнення несиметрії та також можливе зростання рівня напруги на величину понад допустиму на фазі без ШР.

Для вирішення цієї проблеми пропонується наступне рішення. У випадку, коли на одному кінці електропередачальної лінії за режимом напруги або через інші обмеження реакторна група виведена з роботи, а на іншому кінці лінії знаходиться в роботі неповнореакторна група шунтувальних реакторів, для недопущення наднормового зростання напруги на безреакторній фазі необхідно на іншому кінці лінії (де група шунтувальних реакторів виведена з роботи) ввести в роботу один ШР на фазі, зарядна потужність якого виявилась некомпенсованою.

Для підтвердження цієї рекомендації було проведено низку досліджень щодо моделювання режимів роботи ліній Київського енерговузла, а також ЛЕП НВН 750 кВ Південно-Українська АЕС – Вінницька 750, на кінцях яких конструктивно розміщено по одній групі ШР.

Вихідні умови досліджень:

- досліджувана лінія знаходиться в режимі роботи без навантаження;
- на передавальному кінці лінії напруга близька до номінальної і групи ШР виведені з роботи за режимом робочої напруги;
- на приймальному кінці лінії за режимом напруги необхідне підключення реакторної групи.

Дослідження ґрунтувалися на порівнянні таких режимів роботи:

1. На початку лінії група ШР виведена з роботи, на кінці лінії група ШР знаходиться в роботі.
2. На початку лінії група ШР виведена з роботи, на кінці лінії знаходиться в роботі неповнореакторна група ШР (реактор фази В виведений з роботи).
3. На початку лінії для компенсації некомпенсованої фази введений в роботу один ШР на фазі В, на кінці лінії знаходиться в роботі неповнореакторна група ШР (реактор фази В виведений з роботи).

Під час моделювання були отримані наступні результати, які відображені у табл. 1.

Як видно з отриманих результатів, амплітудна напруга фази В на кінці лінії у другому режимі (з виведенням ШР) на усіх досліджуваних лініях зростає на величину 0,2 – 0,3 в.о. у порівнянні з першим (ета-

лонним, повнореакторним) режимом та досягає 1,2 – 1,4 номінальної напруги.

Таблиця 1 – Підвищення напруги на кінці односторонньо ввімкненої лінії з різною кількістю реакторів

Назва лінії	Фаза	Режим роботи ШР					
		0 - 1		0 - 2/3		1/3 - 2/3	
		U _{поч.} , в.о.	U _{кін.} , в.о.	U _{поч.} , в.о.	U _{кін.} , в.о.	U _{поч.} , в.о.	U _{кін.} , в.о.
ЮУАЕС – Вінницька 750	A	1,028	1,049	1,040	1,046	1,042	1,042
	B	1,029	1,049	1,174	1,368	1,095	1,294
	C	1,028	1,050	1,040	1,053	1,040	1,058
РАЕС – Київська	A	1,023	1,041	1,041	1,052	1,038	1,049
	B	1,023	1,041	1,161	1,351	1,089	1,286
	C	1,023	1,041	1,037	1,067	1,035	1,054
ХАЕС – Київська	A	1,003	1,003	1,015	0,995	1,017	1,001
	B	1,003	1,003	1,122	1,245	1,060	1,165
	C	1,003	1,003	1,013	1,007	1,019	1,014
Вінницька 750 – Київська	A	1,003	0,994	1,022	1,003	1,025	1,013
	B	1,003	0,994	1,115	1,185	1,064	1,121
	C	1,003	0,994	1,022	1,012	1,036	1,013
Київська – Чорнобильська	A	1,003	0,992	1,024	1,008	1,042	1,011
	B	1,003	0,992	1,111	1,149	1,073	1,100
	C	1,003	0,993	1,029	1,010	1,040	1,030

При введенні в роботу ШР у фазі В на початку лінії (третій режим) спостерігається зниження рівня амплітуди напруги на зазначеній фазі в кінці лінії на величину 0,06 – 0,07 в.о. та досягається величина 1,1 – 1,3 номінальної напруги.

Таким чином підтверджується дієвість запропонованого методу керування напругою на підстанції з неповнореакторною схемою роботи ШР шляхом впливу ШР на підстанції, що знаходиться на іншому кінці лінії.

Висновки. Визначено вплив неповнореакторних режимів роботи груп ШР на ЛЕП НВН. Шляхом виконаного аналізу режимів напруг підтверджена рекомендація, що у випадку роботи ЛЕП НВН з неповнореакторними групами ШР при правильній корекції режимів роботи з використанням комутацій ШР мож-

на значно нівелювати наслідки неповної компенсації фази лінії (без ШР), та знизити рівні перенапруг цієї фази з відповідним зниженням рівня несиметрії.

Список використаних джерел

1. Справочник по проектированию электрических сетей / Под редакцией Д. Л. Файбиовича – М.: Изд-во НЦ ЭНАС, 2006. – 320 с.
2. Брацлавский С. Х. и др. Специальные расчеты электропередач сверхвысокого напряжения / С. Х. Брацлавский, А. И. Гершенгорн, С. Б. Лосев. – М.: "Энергоатомиздат", 1985. – 312 с.
3. Веприк Ю. Н. Несимметрия параметров электрических сетей 750 кВ ОЭС Украины в неполнореакторных режимах / Ю. Н. Веприк, Е. Н. Линник // Електротехніка і Електромеханіка. – 2012. – № 4. – С. 68–72.
4. Кузнецов В. Г. Дослідження впливу транспозиції лінії електропередачі надвисокої напруги на аномальні перенапруги / В. Г. Кузнецов, Ю. І. Тугай, В. В. Кучанський // Технічна Електродинаміка. – 2013. – № 6. – С. 51–56.
5. Кучанський В. В. Попередження резонансних перенапруг при несиметричних режимах ліній електропередач з поперечною компенсацією / В. В. Кучанський, Ю. Г. Лиховид, В. А. Мельничук // Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. – 2015. – № 164. – С. 42–43.

Аннотация

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ НЕПОЛНОРЕАКТОРНЫХ РЕЖИМОВ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ

Лиховид Ю. Г., Мельничук В. А., Тугай И. Ю.

Рассмотрен вопрос влияния работы неполнореакторной группы шунтирующих реакторов на напряжение линий электропередач. Сделаны выводы по поводу целесообразности использования реакторных средств соседних подстанций для влияния на напряжения подстанций с неполнореакторной группой шунтирующих реакторов.

Abstract

THE USE OF ELECTRIC NETWORK INCOMPLETE REACTOR MODES

Y. Lykhovyd, V. Melnychuk, I. Tugai

The problem of the effect of the incomplete reactor group of shunting reactors operation on the voltage of ultra-high voltage power lines is considered. Conclusions about the expediency of using reactor facilities of other substations to influence the voltage of substations with an incomplete reactor group of shunt reactors are made.