

УДК 621.311.018.001.5

Д.М. Сіваков, Ю.Л. Шелех

Національний університет “Львівська політехніка”, кафедра ЕС

АНАЛІЗ АВАРІЙНИХ РЕЖИМІВ СТАТИЧНОГО КОМПЕНСАТОРА ПРЯМОГО РЕГУЛЮВАННЯ НА БАЗІ ЛІНІЙНОГО РЕГУЛЯТОРА

© Сіваков Д.М., Шелех Ю.Л., 2001

Розглянуто принципову схему статичного компенсатора реактивної потужності прямого регулювання на базі стандартного обладнання, особливості роботи ізоляції лінійного регулятора в складі компенсатора. Визначено комплекс захисних засобів від внутрішніх перенапруг, що забезпечать надійну роботу лінійного регулятора.

Is considered a schematic diagram of a static equalizer of a jet potency of direct regulation on basis of the standard equipment, feature of work of isolation of the linear governor in structure of an equalizer. The complex of accident protection devices from internal overstressings is certain which will supply reliable work of the linear governor.

Розроблені в Національному університеті “Львівська політехніка” принцип роботи, основні схеми та характеристики компенсаторів реактивної потужності (КРП) прямого регулювання [1] дозволили запропонувати вискоєфективні, дешеві технічні рішення, перевагою яких є значне зменшення потужності регулятора.

З врахуванням можливостей використання в складі КРП регулювальними трансформаторами стандартних лінійних регулювальних агрегатів в [2] було розвинуто принципи розроблення таких компенсаторів. Як приклад на рис. 1 показана принципова схема КРП, що ілюструє реалізацію ідей, які викладені в [2]. В цій схемі видачі реактивної потужності КРП на базі лінійного регулятора (рис. 1) особливістю є розділення батареї конденсаторів на три частини (БСК1, БСК2 та БСК3). З метою обмеження перенапруг, що діють на ізоляцію ЛРА запропоновано встановити між БСК1 та БСК2 швидкодіючий дуговий високовольтний короткозамикач (ШДВК), який повинен спрацьовувати при появі на ньому напруг, що перевищують робочі. При виконанні реактивного елемента з частин, кожна з яких розрахована відповідно на напруги 35 та 6 кВ, з'являється можливість, по-перше, форсування потужності в післяаварійних режимах, та, по-друге, додаткового зменшення встановленої потужності регулятора за рахунок поєднання дискретного та плавного регулювання напруги.

Комутаційні апарати Q2- Q5 – вимикачі навантаження класу 6 кВ. Максимальна потужність батареї дорівнює 36,4 Мвар. Комутаційні апарати Q1, Q3, Q5 при 1–10 положенні РПН увімкнені, інші – вимкнені. При зниженні потужності, що видається на 11–13 положенні РПН лінійного регулятора (що відповідає нульовій напрузі лінійного регулятора), комутаційні апарати Q2 та Q4 вмикаються автоматично, а комутаційні апарати Q3 і Q5 вимикаються. Тобто комутації апаратів відбуваються тільки при 11–13 положеннях РПН

лінійного регулятора, – саме це і дозволяє використовувати вимикачі навантаження, які є в декілька разів дешевші за вимикачі та простіші в експлуатації. Мінімальне значення потужності, що видається, становить 9,6 Мвар (23 положення РПН). Діапазон регулювання потужності становить 100–27 %.

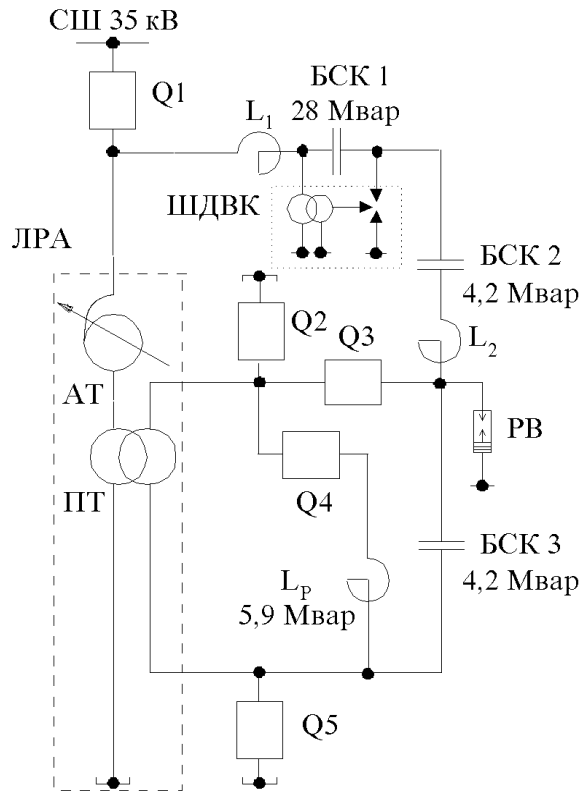


Рис. 1. Принципова схема КРП на базі стандартного обладнання:

ЛРА – лінійний регулювальний агрегат (лінійний регулятор) типу ТДНЛ-63000/35; АТ – автотрансформатор лінійного регулювального агрегату; ПТ – послідовний трансформатор лінійного регулювального агрегату; РВ – вентильний розрядник типу РВРД-6; L_1, L_2 – загороджувачі типу ВЗ-1259-06; L_p – реактор типу РТМ-6; БСК1 – батарея конденсаторів номінальної напруги 35 кВ; БСК2, БСК3 – батареї конденсаторів номінальної напруги 6 кВ; Q1 – вимикач; Q2, Q3, Q4, Q5 – вимикачі навантаження; ШДВК – триелектродний швидкодіючий дуговий високовольтний короткозамикач

Пробивна напруга ШДВК повинна відстроюватися від найбільшої напруги нормального режиму в точці його підключення. Передбачалось тим самим обмежити в момент $t = 0$ перенапруги на обмотках лінійного регулятора до значень напруг, які були на БСК2 в доаварійному режимі.

На рис. 2 зображена розрахункова схема видачі реактивної потужності для максимального (рис. 2, а) та мінімального (рис. 2, б) режимів, що була використана для аналізу перенапруг, які діють на елементи схеми рис. 1.

Головною проблемою, яку треба вирішити, є невідповідність рівнів ізоляції елементів лінійного регулятора перенапруг, що діють на ізоляцію під час трифазного короткого замикання на шинах 35 кВ.

При відсутності загороджувачів L_1 , L_2 , при короткому замиканні на шинах 35 кВ у схемі протікають надструми через БСК1 та БСК2, що своєю чергою призведе до пошкодження всієї батареї конденсаторів. Для усунення цього негативного явища пропонується встановити два загороджувачі L_1 , L_2 (рис. 1, 2).

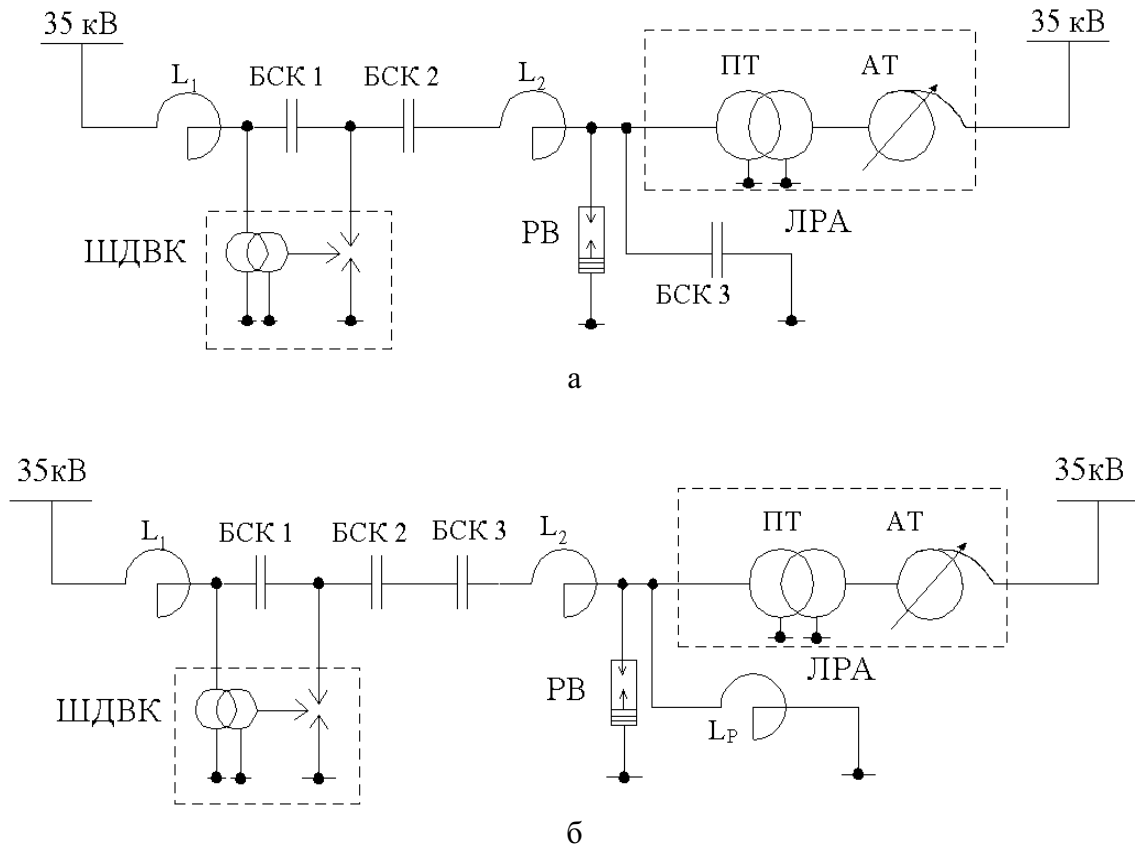


Рис. 2. Розрахункова схема видачі реактивної потужності на базі лінійного регулятора:

а – максимальний режим видачі потужності (положення РПН 1-10);

б – мінімальний режим видачі потужності (положення РПН 14-23)

Дослідження виконували з використанням “Цифрового комплексу для дослідження електротехнічних систем”, розробленого в НУ “Львівська політехніка” Т. Гречиним та О. Равликом. Встановлення ЩДВК значно зменшує величину перенапруг, але в мінімальному режимі видачі реактивної потужності величина перенапруг залишається небезпечною для елементів лінійного регулювального трансформатора, а саме для послідовного трансформатора та для автотрансформатора. З метою захисту ЛРА пропонується встановити вентильний розрядник (РВ) на 6 кВ перед лінійним регулювальним трансформатором. На рис. 3 та 4 показані графіки залежності кратності перенапруг K_U під час короткого замикання залежно від положення РПН на послідовному трансформаторі та на автотрансформаторі.

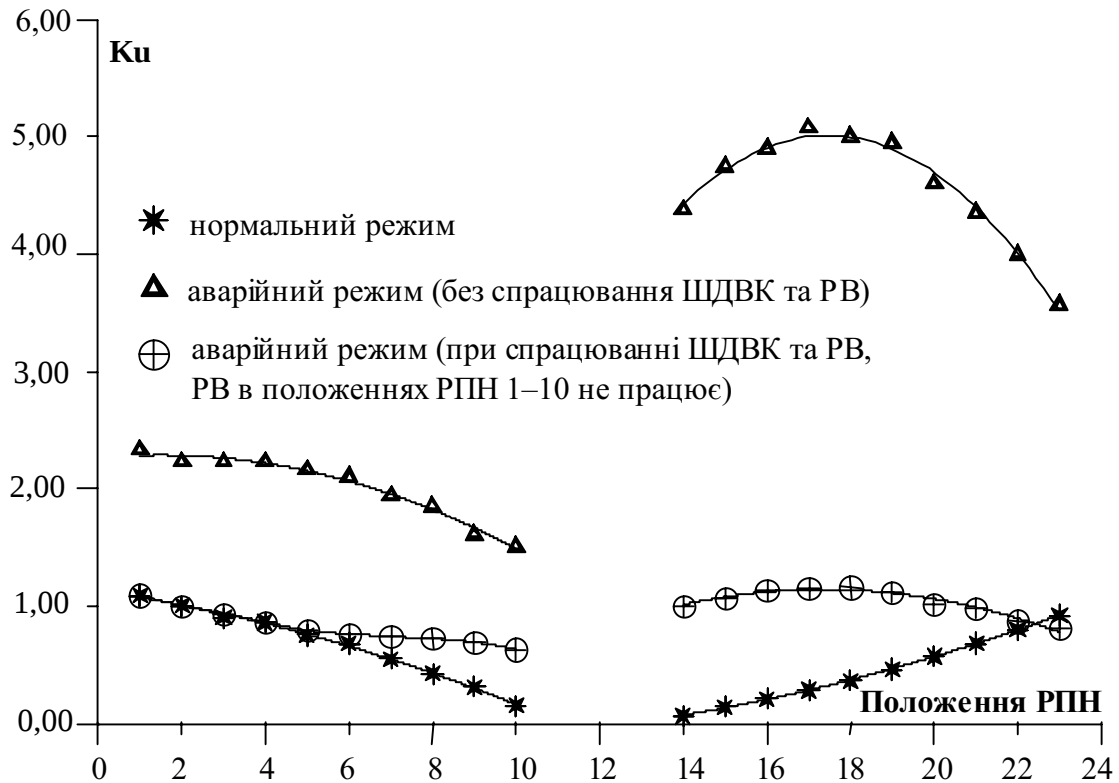


Рис. 3. Вплив ШДВК та вентильного розрядника на кратність перенапруг K_U на послідовному трансформаторі лінійного регульовального агрегату

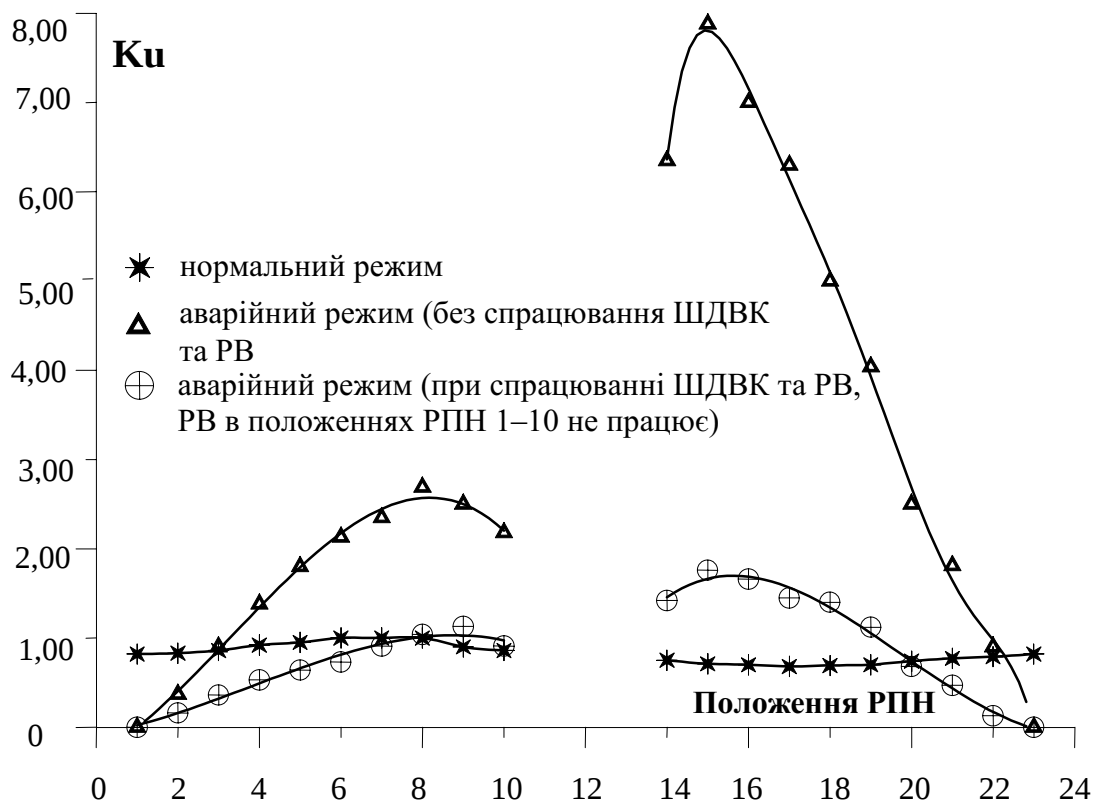


Рис. 4. Вплив ШДВК та вентильного розрядника на кратність перенапруг K_U на автотрансформаторі лінійного регульовального агрегату

З рис. 3 та 4 бачимо, що встановлення ШДВК та вентильного розрядника призводить до зменшення кратності перенапруг до значень, які можна вважати допустимими для надійної роботи елементів лінійного регулятора в усіх режимах.

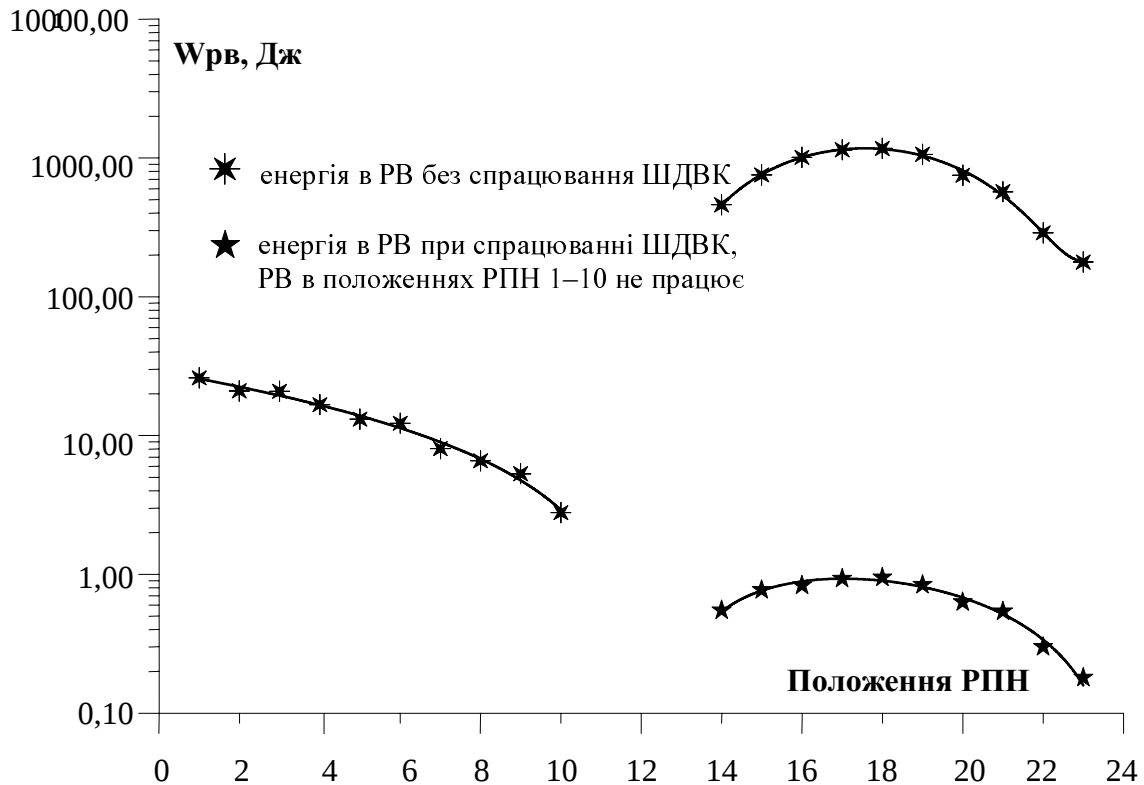


Рис. 5. Значення енергії, що виділяється у вентильному розряднику, максимальний режим видачі потужності (положення РПН 1–10), мінімальний режим видачі потужності (положення РПН 14–23)

На рис. 5 показана величина енергії, що виділяється у вентильному розряднику при спрацюванні ШДВК та без ШДВК. З рис. 5 бачимо, що наявність в схемі ШДВК покращує умови роботи РВ за рахунок зменшення енергії, яка виділяється в ньому в мінімальному режимі роботи (положення РПН 14–23), а в максимальному режимі РВ не спрацьовує (для обмеження перенапруг достатньо спрацювання ШДВК).

1. Статические компенсаторы реактивной мощности прямого регулирования и их режимы / Под ред. А.Ф.Дьякова и Л.А.Никонца. – 1990. – 170 с. (Для служебного пользования). 2. Никонець Л.О., Кульбіков В.М., Сіваков Д.М. Розвиток принципів розроблення статичних компенсаторів на основі регулювання напруги на статичному елементі // Вісн. Інженерної академії наук України. – 2000. – № 2.