

РОЗРОБКА СИЛОВИХ ВУЗЛІВ РАДІАЦІЙНОЇ УСТАНОВКИ

© 2010 А. Г. Зелінський, В. І. Сахно

Інститут ядерних досліджень НАН України, Київ

Наведено розробки технічних засобів модернізації установки ІЯД НАН України з метою покращання її радіаційних характеристик. Роботи є етапом розвитку експериментальної бази шляхом удосконалення комплексу систем силового живлення лінійного прискорювача.

Ключові слова: радіаційна установка, модернізація, силові вузли.

Метою модернізації є усунення спотворень характеристик радіаційного поля в реакційній камері експериментальної установки. Було передбачено модернізацію здійснювати шляхом технічного вдосконалення основних елементів установки та засобів їхнього управління. Такими елементами є системи силового живлення лінійного прискорювача. Флуктуації їхніх параметрів призводять до погіршення роботи цього джерела іонізуючого випромінювання, тому усунення їх є актуальною проблемою підвищення якості експериментальних робіт і промислових процесів.

Для радіаційної установки ІЯД НАН України [1] розроблено комбінований шлях модернізації її технічних засобів. Передбачається застосування вдосконалених структур і сучасних комплектуючих силової електроніки та одночасне включення до складу систем силового живлення елементів автоматичного управління їхнім режимом (систем автоматичного регулювання (САР) [2] у відповідності з вибраним алгоритмом). З цієї метою розроблено три типові структури САР.

Для систем розжарення катодів магнетрона та інжектора розроблено одноконтурні структури авторегуляторів (рис. 1). Вони складаються з силового регулятора, датчика регульованого параметра, силового трансформатора, схеми порівняння, підсилювачів сигналу відхилення та джерела опорного сигналу. Потужність від силової мережі регулюється силовим регулятором 1 у первинній обмотці трансформатора 3. Величина струму в навантаженні 7 залежить від величини напруги на виході підсилювача 5. Система за рахунок зворотного зв'язку через схему порівняння 4 автоматично компенсує відхилення сигналу з датчика регульованого параметра 2 від установленого значення опорної напруги 6. САР забезпечують стійку стабілізацію режимів живлення шляхом відповідної корекції їхніх амплітудно-частотних характеристик (АЧХ) інтегро-диференціальними ланцюгами в контурах зворотних зв'язків.

Для стабілізації струму живлення обмоток ведучих магнітів блока прискорювача, де необхідно більш високі показники точності регулювання струмів, розроблено багатоконтурну структуру САР (рис. 2).

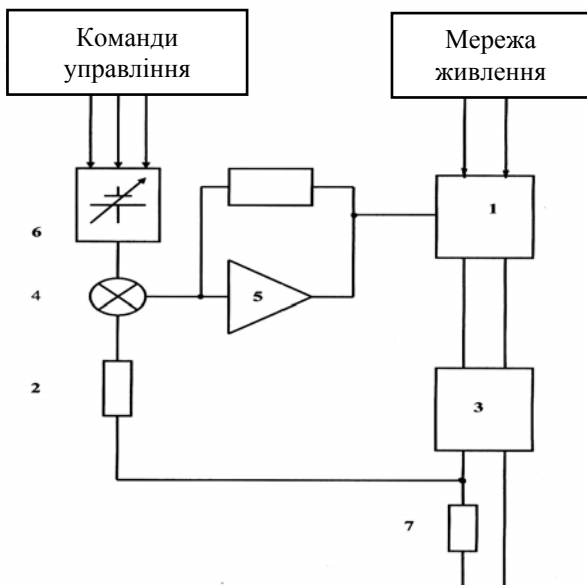


Рис. 1. Структура одноконтурної системи авторегулювання.

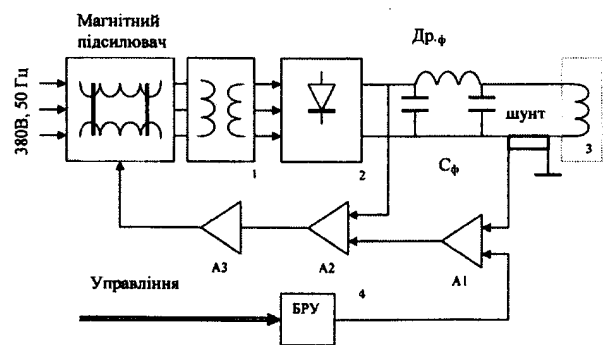


Рис. 2. Система авторегулювання струму обмоток магнітів блока прискорення.

Вона базується на нерегульованому силовому статичному перетворювачі змінного струму в постійний 2, з окремим силовим регулятором на магнітному підсилювачі, які з'єднуються через узгоджуючий трансформатор 1. Датчиком регу-

льованого параметра є резистивний шунт, сигнал з якого надходить до підсилювача А1. Туди ж подається й опорна напруга з регульованого джерела 4. Вихідна напруга схеми порівняння пропорційна різниці між вхідними сигналами, що є показником відхилення регульованого параметра від заданого (опорного). Цей сигнал підсилюється А2 до величини, необхідної для управління наступними контурами регулювання. Таким чином утворюється структура двоконтурного підлеглого регулювання – послідовно з уже описаним контуром регулювання основного параметра (струму) в обмотці електромагніта 3 – включено контур регулювання по напрузі на навантаженні. За його допомогою здійснюється компенсація перешкод, що проникають із мережі живлення: комутаційних перешкод, спотворення форми струму в мережі живлення, коливання напруги. Контур утворено датчиком напруги на навантаженні та підсилювачем А2. Опорним є сигнал з контуру регулювання по струму. Далі вихідний сигнал А2 надходить на підсилювач А3, де формується напруга управління магнітним підсилювачем. Широкопasmовість системи визначається силовим регулятором і частотою перешкод, характерних для навантаження (теплові дрейфи опору навантаження). Корекція АЧХ у контурах здійснюється в колах зворотного зв'язку операційних підсилювачів та за допомогою блоків гнучкого зворотного зв'язку. Описана система авторегулювання належить до числа прецизійних і забезпечує стабільність струму в навантаженні близько 0,07 %.

Для живлення обмотки соленоїда магнетронного генератора передбачено використання системи силового живлення, реалізованої за структурою, зображеною на рис. 3.

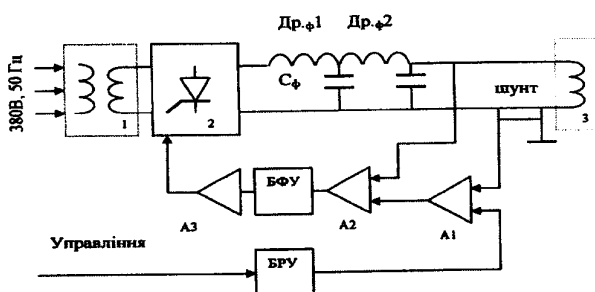


Рис. 3. Структура прецизійної двоконтурної САР струму в обмотці соленоїда генератора.

Система побудована на статичному тиристорному перетворювачі змінного струму в постій-

ний. Стабілізація струму в навантаженні здійснюється за рахунок зворотного зв'язку по відхиленню регульованого параметра. Система складається з трьох основних вузлів – статичного перетворювача, системи автоматичного регулювання, системи технічної діагностики з блокуванням та сигналізацією.

Статичний перетворювач складається з трансформатора 1 та напівпровідникового випрямляча 2 змінного струму за двонапівперіодною трифазною схемою Ларіонова по комбінованій структурі з неповним управлінням. Вона досить поширена в електрофізичній техніці ІЯД НАН України [3]. На виході перетворювача передбачено фільтр Др.ф1, Сф1, Др.ф2, Сф2, включений послідовно з навантаженням, який майже на 20 дБ зменшує амплітуду основної гармоніки пульсацій струму в обмотці соленоїда 3.

Регулювання та стабілізація струму забезпечується двоконтурною САР підлеглого регулювання. Така структура дозволяє досягати високих коефіцієнтів у контурах стабілізації при збереженні достатнього запасу по стійкості регулятора. Контури утворюють суцільний тракт для проходження сигналу регулювання.

Підлеглим є контур стабілізації по напрузі на навантаженні. Він утворений підсилювачем А2, блоком управління тиристорами (амплітудно-часовий перетворювач), блоком формування імпульсів запуску тиристорів та самим перетворювачем (БФУ, А3). Його сумарний коефіцієнт підсилення з розімкнутим зворотним зв'язком перевищує 40 дБ, що забезпечує стабільність напруги на навантаженні 0,02 %. Стійкість контуру забезпечується корекцією його АЧХ у ланцюгах зворотного зв'язку операційних підсилювачів та додатковим каскадом підсилення з елементами частотної корекції для компенсації фазових спотворень у тракті обробки інформації. Управляючим сигналом є вихідна напруга операційного підсилювача А1. Система стабілізації струму охоплює контур стабілізації по напрузі, підсилювач сигналу відхилення А1, джерело опорної напруги (БРУ) та датчик струму.

Експлуатація описаних технічних засобів у складі експериментальної установки ІЯД НАН України показала, що покращання характеристик систем силового живлення основних вузлів прискорювача дало змогу зменшити вплив синхронних перешкод на пучок електронів і забезпечити стабільну роботу імпульсного прискорювача.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Сахно В.И., Вишневецкий И.Н., Зелинский А.Г. и др. Радиационная установка с ускорителем электронов ИЯИ НАН Украины // Атомная энергия. - 2003. - Т. 94, вып. 2. - С. 163 - 166.
2. Красовский А.А. Справочник по теории автоматического управления / Под ред. А.А. Красовского. - М.: Наука, 1987. - 712 с.
3. Сахно В.И., Аристов А.И., Иванов Ю.В., Ключников А.А. Исследование и разработка источников силового стабилизированного питания линз тракта транспортировки пучка – К., 1989. - 12 с. - (Препр. / АН УССР. Ин-т ядерных исслед.; КИЯИ-89-11).

**РАЗРАБОТКА СИЛОВЫХ УЗЛОВ РАДИАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ**

**А. Г. Зелинский, В. И. Сахно**

Представлены разработки технических средств модернизации установки ИЯИ НАН Украины с целью улучшения ее радиационных характеристик. Работы являются этапом развития экспериментальной базы путем усовершенствования комплекса систем силового питания линейного ускорителя.

*Ключевые слова:* радиационная установка, модернизация, силовые узлы.

**DEVELOPMENT OF THE RADIATION INSTALLATION POWER PACKS**

**A. G. Zelinsky, V. I. Sakhno**

Development of technical means of modernization of KINR installation for the purpose of improvement of its radiation characteristics are presented. Works are the stage of experimental base development by improvement of complex of linear accelerator power feeding.

*Keywords:* radiation installation, modernization, power packs.

Надійшла до редакції 31.08.10,  
після доопрацювання - 08.11.10.