

ХІМІЧНІ ТЕХНОЛОГІЇ Й ІНЖЕНЕРНА БІОТЕХНОЛОГІЯ

УДК 621.316

О.Г. Баракін, к.т.н.
О.В. Квашніна, к.т.н.
В.Г. Шумков, к.т.н.

СИСТЕМА ФАЗОВОГО УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОНАГРІВАЧА КОЛОНИ СИНТЕЗУ АМІАКУ

Академія пожежної безпеки, м. Черкаси, kov-ch1@yandex.ru

В роботі проведено аналіз можливих аварійних режимів електронагрівача колони синтезу аміаку. Запропоновано метод регулювання живлення електронагрівача, що виключає аварійні режими.

Ключові слова: аміак, перетворювач, електронагрівач, безпека.

Постановка проблеми

В теперішній час при експлуатації електронагрівача колони синтезу аміаку при зупинці технологічного процесу і повторному включенні електронагрівача опір ізоляції між нагрівальними елементами, а також між нагрівальними елементами та оболонкою колони різко зменшується внаслідок підвищення вологості каталізатору та інших процесів, що відбуваються усередині колони. Величина ізоляції замість передбаченої за технічними умовами 200 кОм зменшується в десятки тисяч разів і становить десятки, а іноді й одиниці Ом. Включення електронагрівача на повну напругу при зниженому опорі ізоляції призводить до аварійного режиму і виходу з ладу електронагрівача. За таких обставин електронагрівач демонтується і проводиться його капітальний ремонт, що веде до простою технологічного обладнання та значних втрат матеріальних ресурсів на відновлення електронагрівача. В деяких випадках електронагрівач при подібних аваріях повністю руйнується і потребує заміни. Єдиним рішенням цієї проблеми є поступове підвищення напруги живлення на електронагрівачеві.

Аналіз останніх досліджень і публікацій

Питання щодо фазового методу регулювання напруги розглядаються в роботах [1, 2, 3, 4, 5].

Невирішені питання загальної проблеми

Не існує можливості реалізації безпечного технологічного процесу виробництва аміаку за умови відсутності регулювання величини напруги джерела живлення електричного нагрівача колони синтезу [6].

Формулювання цілей статті (постановка задачі). Довести можливість забезпечення безаварійного пуску колони синтезу аміаку при зниженому опорі ізоляції у випадку збільшеної вологості каталізатору усередині колони.

Виклад основного матеріалу. Установка регулятора напруги на вторинній стороні силового трансформатора не представляється можливою. Це обумовлено тим, що силовий трансформатор розташований на колоні синтезу аміаку, крім того струм навантаження трансформатора складає 1800 А. Забезпечити роботу тиристорного регулятора змінної напруги (ТРЗН) в хімічно агресивному середовищі в широкому діапазоні зміни температури і вологості дуже складно. Схема електроживлення представлена на рис. 1.

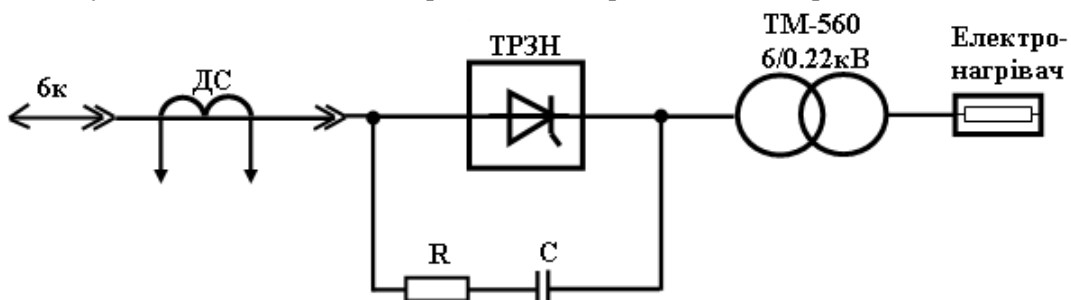


Рис. 1. Схема електроживлення електронагрівача

При установці ТРЗН на первинній стороні трансформатора знімаються проблеми захисту довкілля, проте виникає проблема регулювання високовольтної напруги [7]. В перехідному процесі зміна магнітної індукції, після включення тиристора з довільним кутом управління, може перевищити максимальне значення магнітної індукції для сталі трансформатора. Це викликає насичення сталі трансформатора і кидок струму намагнічування, який знижується до сталого значення за десятки періодів. Кидки струму намагнічування можуть в сотні разів перевищувати його номінальні значення і в десятки разів номінальний струм трансформатора. Ці кидки струму небажані, оскільки погіршують енергетичні показники, потребують завищених уставок системи захисту і можуть призвести до відмови тиристорів. Для зменшення кидків струму намагнічування необхідно змінювати кут включення тиристорів α плавно без стрибків від 0 до π за декілька секунд. За рахунок несиметрії імпульсів, що управляють, або в перехідних режимах можлива поява в первинному струмі постійної складової. Це призводить до насичення сталі трансформатора, погіршення енергетичних показників і до появи однохвильового режиму в мережі. При цьому, відкривається лише один із зустрічно включених тиристорів, а первинний струм в 6-8 разів перевищує номінальний. Таким чином, умовою нормальної роботи при фазовому регулюванні на первинній стороні трансформатора є відсутність постійних складових в первинному струмі. Функціональна схема системи управління тиристорного регулятора змінної напруги з фазовим регулюванням представлена на рис. 2.

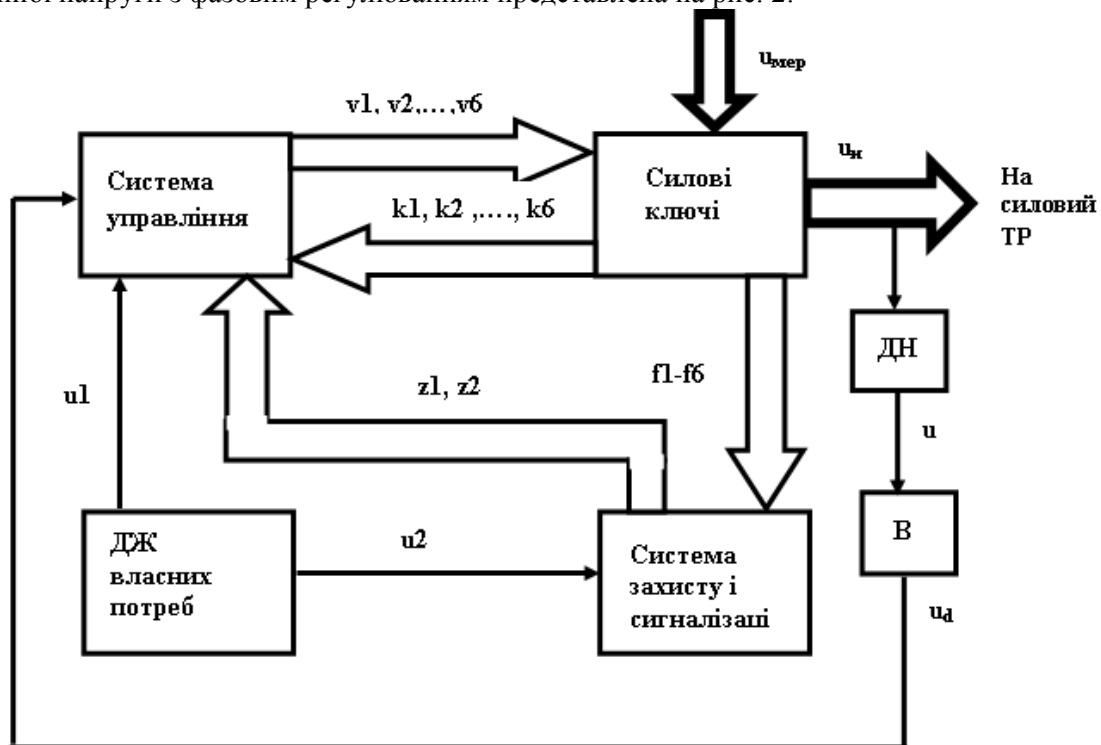


Рис. 2. Функціональна схема системи управління ТРЗН

На функціональній схемі прийняті наступні позначення: v_1-v_6 – імпульси управління; k_1-k_6 – сигнали контролю формування імпульсів управління; f_1 – сигнал порушення ізоляції;

f_2 – сигнал пробою тиристора; f_3 – сигнал відсутності охолодження; f_4 – сигнал перевищення напруги; f_5 – захист по струму; z_1, z_2 – сигнали блокування імпульсів управління в аварійних режимах; u_1, u_2 – напруги живлення; $U_{\text{мер}}$ – силова напруга; U_n – напруга на навантаженні; u_d – сигнал пропорційний постійній складовій в вихідній напрузі.

Характер залежності діючої напруги на навантаженні (U_n) від кута управління тиристора (α) у відносних одиницях при чисто активному навантаженні має вигляд [7]:

$$U_n/U = \sqrt{(1/\pi)/(\pi - \alpha + (\sin 2\alpha)/2)}, \quad (1)$$

де U – діюче значення змінної напруги на вході, В;

α – вимірюється в градусах.

Регулювальна характеристика у відповідності з (1), представлена на рис. 3.

Коефіцієнт потужності (λ) ТРЗН визначається за (2) [7]:

$$\lambda = \frac{U_n}{U} \quad (2)$$

Залежність коефіцієнта потужності від відносної напруги на навантаженні у відповідності з (2) наведена на рис.4.

Регулювання вихідної напруги відбувається з постійним контролем величини постійної складової у вихідній напрузі, для цього система керування має негативний зворотний зв'язок по величині постійної складової. У відповідності з величиною вихідного струму і вихідної напруги контролюється величина опору ізоляції фаз електронагрівача, за рахунок чого виключається вихід з ладу електронагрівача та тиристорного регулятора змінної напруги.

Висновки

В роботі запропоновано технічне рішення, що забезпечує безаварійний пуск технологічного процесу колони синтезу аміаку навіть при зниженому опорі ізоляції при підвищеній вологості каталізатора в середині колони. Отримана аналітична залежність вихідної напруги перетворювача від сигналу керування, що дозволяє сформувати лінійну регулювальну характеристику перетворювача. Визначена аналітична залежність коефіцієнта потужності ТРЗН від величини вихідної напруги, що дозволяє контролювати енергетичні показники системи керування.

Список літературних джерел

1. Рамма Рейди Основы силовой электроники. М., Техносфера, 2009. – 254 с.
2. Зиновьев Г.С. Основы силовой электроники . М., Академия, 2004. – 272 с.
3. Бойков Н.А., Шевченко Ф.И., Хорунжий И.В. Основы взрывозащитности электрооборудования. М., Энергия, 1982. -300 с.
4. Гельман П.В., Лохов С.П. Тиристорные регуляторы переменного напряжения. М., Энергия, 1975. - 105 с.
5. Дульзон Н.А., Шадрин Г.А., Малиновский Е.Б. Расчет токов в индукционной печи при фазовом регулировании переменного напряжения // Техническая электродинамика.- 1986.- № 3.- С.46-50.
6. Емельянов Л.В., Косинов В.В., Котляр П.Е., Гордиенко Г. Безопасность работ в химических производствах. К., Техника,1980. – 251с.
- 7.Звіт про НДР «Підвищення безпеки виробництва аміаку», держ. реєстр. № 0109U008348. Київ, 2010.—150с.

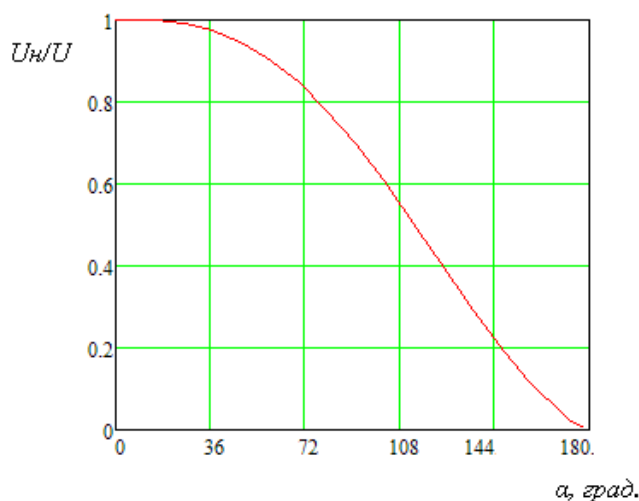


Рис. 3. Регулювальна характеристика ТРЗН

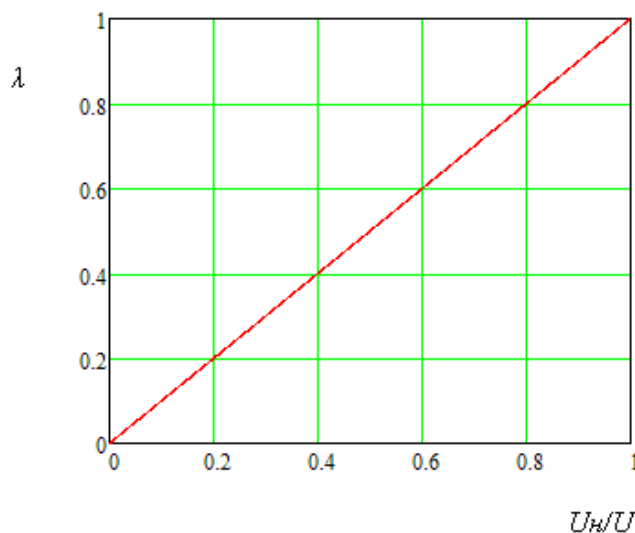


Рис. 4. Коефіцієнт потужності ТРЗН