

## МАТЕМАТИЧНА МОДЕЛЬ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ ЕЛЕКТРОТЕХНІЧНИМ КОМПЛЕКСОМ ВЕУ В ЗАЛІЗОРУДНІЙ ШАХТІ НА БАЗІ FUZZY КОНТРОЛЕРА

**Вступ.** Вітроенергетичні установки (ВЕУ) можуть мати своє застосування для автономного живлення споживачів електричної енергії залізрудних шахт [1]. При цьому встановлено, що енергоефективним варіантом структури енергетичного комплексу таких ВЕУ є система з асинхронним генератором (АГ) [2]. Однією з найбільш важливих проблем, що виникають при використанні АГ з конденсаторним збудженням в автономних системах електропостачання, є стабілізація напруги при змінній частоті обертів ротора та змінному навантаженні. Частота обертання генераторів може бути регульованою за умови сталості частоти генерованих коливань або залишатися постійною. У загальному випадку можлива робота генератора зі змінною частотою обертання і змінною частотою [3].

**Матеріал досліджень.** При використанні АГ у складі вітроенергетичних комплексів (ВЕК), експлуатованих в умовах залізрудних шахт характерними умовами роботи є нестабільність обертання ротора АГ, залежно від дії вентиляційного повітряного потоку на лопаті вітроколеса.

Важливою умовою підвищення техніко-економічних показників ВЕУ є відповідність характеристик агрегату вітровому режиму. На даний час існує багато систем керування ВЕК, які зокрема дозволяють працювати ВЕУ із нерегульованою швидкістю, забезпечуючи при цьому відбір максимальної потужності від вітроколеса, шляхом дій на момент навантаження генератора [4].

Необхідність розробки системи керування полягає головним чином у тому, щоб забезпечити споживачів стабільною напругою з постійною частотою незалежно від зміни параметрів у будь-якій ланці системи. На шляху вирішення цього питання вирішено, що лише мікропроцесорна система керування, що працює за спеціально створеним законом керування здатна забезпечити постійні вихідні параметри ВЕК. Структурна схема ВЕК з системою керування зображена на рис. 1.

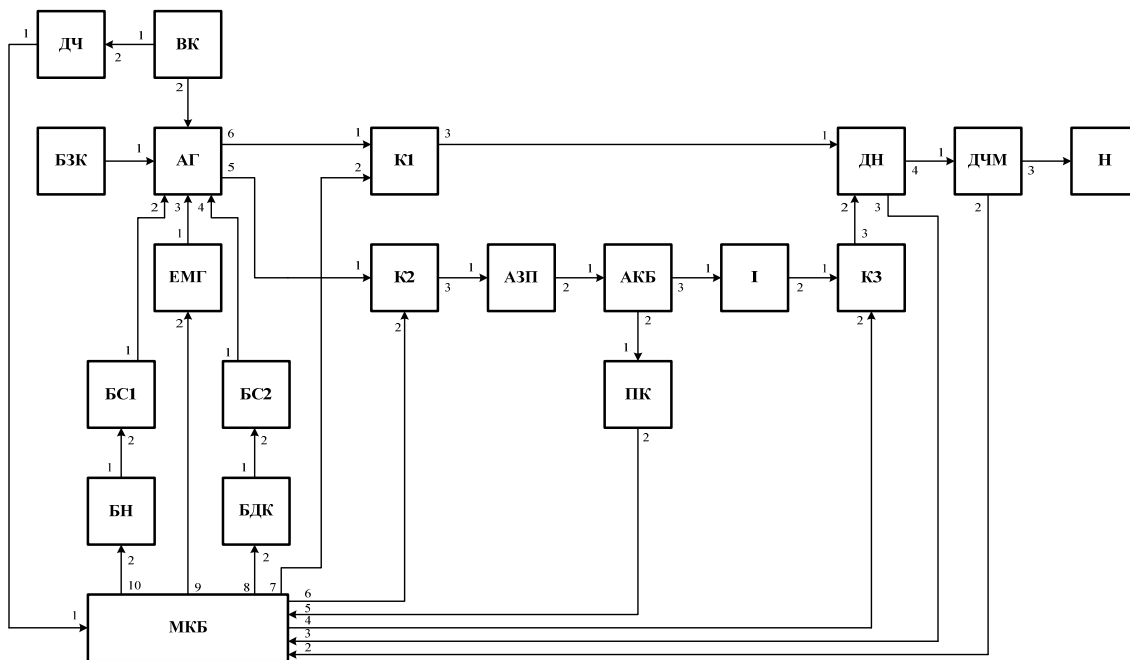


Рис. 1 Структурна схема автоматизованої системи керування асинхронним генератором у складі вітроелектротехнічного комплексу: ВК – вітрове колесо; АГ – асинхронний генератор з короткозамкненим ротором; БЗК – батарея збуджувачих конденсаторів; ЕМГ – електромагнітне гальмо; ДН – датчик напруги; ДЧ – датчик частоти обертів ВК; ДЧМ – датчик частоти напруги мережі; АЗП – автоматичний зарядний пристрій; АКБ – акумуляторна батарея; ПК – пристрій контролю стану АКБ; І – інвертор; БДК – батарея додаткових конденсаторів; БН – баластне навантаження; БС1, БС2 – блок симісторів; МКБ – мікропроцесорний блок; К1-К3 – керовані комутатори; Н – навантаження.

При нормальній роботі ВЕК відбувається електропостачання споживачів Н і заряд АКБ. При аварійній ситуації за допомогою відключення керованого комутатора К1 відбувається відключення навантаження Н від генератора АГ, а за допомогою комутатора К3 відбувається підключення навантаження до АКБ через інвертор

I. Заряд АКБ через комутатор К2 відбувається доти, поки пристрій контролю стану АКБ ПК не виявить несправності або повного заряду АКБ або автоматичний зарядний пристрій АЗУ, в результаті невідповідності параметрів струму або напруги заряду, відключить АКБ від генератора.

Під час обертання вітрового колеса та валу генератора, мікроконтролер аналізує величину сигналів, що надходять до нього, і робить висновок про величину заданої напруги для блоків симісторів. До тих пір, доки ємність додаткових конденсаторів дозволяє регулювати величину вихідної частоти та напруги, ці параметри регулюються батареєю робочих конденсаторів. Якщо ж керування ємністю не приносить результату і частота та напруга продовжують зростати, то задана напруга подається на другу групу симісторів та підключає баластне навантаження, що регулює вихідну напругу та частоту.

На вхід нечіткого регулятора швидкості пропонується подавати такі сигнали – кутову швидкість обертання вітрового колеса  $\omega_k$ , швидкість вітрового потоку  $V_v$ , похідну від ковзного значення швидкості вітру  $dV_v^k/dt$ , яка обчислюється блоком обчислення ковзного середнього та його похідної, оптимальне значення кутової швидкості  $\omega_{opt}$ , при якому від вітроколеса відбирається максимум потужності, причому  $\omega_{opt}$  обчислюється блоком залежності  $P(\omega)$ . Вихідним сигналом нечіткого регулятора є сигнал завдання за напругою  $U_{зад}$ , який буде вхідним сигналом для блоків симісторів, через які підключено батарею конденсаторів та баластне навантаження. Задане значення напруги буде впливати на ступінь відкриття симісторів, що, у свою чергу, регулюватиме ємність збуджуючих конденсаторів та величину баластного навантаження.

Моделювання запропонованої моделі, яка побудована з використанням компонент теорії нечітких множин, здійснено в середовищі Matlab 7.12 [4]. Результати моделювання представлені на рис. 2.

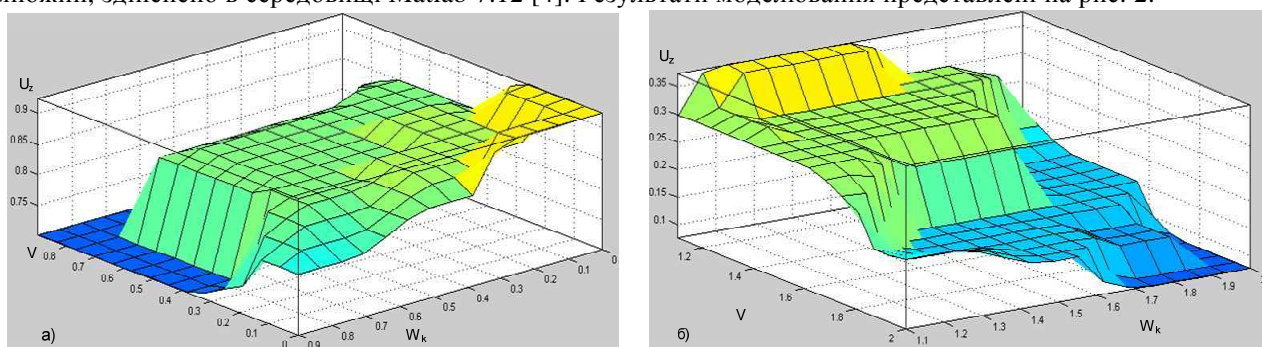


Рис. 2 – Залежність напруги завдання: а) для БДК від вихідної частоти та напруги генератора, швидкості повітряного потоку та обертання ВК; б) для БН від вихідної частоти та напруги генератора, швидкості повітряного потоку та обертання ВК

Проаналізувавши отримані з графіків результати, можна сказати про те, що параметри, які досліджуються, залежать один від одного плавно. Це означає, що зміна одного параметру навіть на незначну величину викликає зміни інших параметрів. Такий варіант програмування дозволяє системі керування реагувати на будь-які зміни в ланках ВЕК і відповідно до цих змін регулювати вихідні параметри асинхронного генератора.

**Висновки.** 1. Основним завданням у створенні системи управління вихідними параметрами генератора вітроенергетичної установки, зокрема напругою, повинно бути забезпечення плавного регулювання напругою, реагуючи при цьому на найменші зміни швидкості повітряних потоків.

2. Розроблений спосіб управління вихідною напругою асинхронного генератора з короткозамкнутим ротором в складі вітрового електротехнічного комплексу дозволяє плавно регулювати значення вихідного параметра, при цьому система буде відчувати найменші зміни швидкості вентиляційних потоків або величини навантаження.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Сінчук І.О., Бойко С.М., Щербак М.А. Обґрунтування можливості використання ортогональної вітрової установки в умовах підземних гірничих виробок шахт – Алушта 179 – 181 с.
2. Бойко С.М., Ялова А.М., Сінчук О.М. До питання вибору електричного генератора для вітрогенеруючої установки з вертикальною віссю обертання в умовах залізородних шахт – Донецьк, 2012. – 88 – 89 с.
3. Синчук О.Н., Бойко С.Н. Применение нечёткой логики для согласования режимов работы ветроэнергетической установки со скоростью потока ветра в условиях рудных шахт – «Научная дискуссия: вопросы технических наук» материалы III международной заочной научно-практической конференции. (10 октября 2012 г.) – Москва, «Международный центр науки и образования», 2012. – 32-37 с.
4. Сенько В.І., Бойко С.М., Щербак М.А., Жуков А.О. Математична модель системи керування електротехнічним комплексом вітроенергетичної установки на базі fuzzy контролера// Електротехнічні і енергозберігаючі системи. Тематичний випуск «Проблеми автоматизованого електропривода. Теорія й практика» науково-виробничого журналу – Кременчук, КрНУ, 2013. – Вип.. 3/2013 – 103-111 с.