

УДК 621.311

Б. Орбчук - канд. техн. наук, доцент

Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

О. Хоміцький

Директор ПП «Променергія» (Тернопільська обл., м. Бучач), Україна

О. Зайченко - канд. техн. наук,

Старший науковий співробітник Інституту електродинаміки НАН України, Україна

А.Я. Лещук

АТ «ТЕРНОПІЛЬОБЛЕНЕРГО», Україна

СТАБІЛІЗАЦІЯ ЧАСТОТИ НАПРУГИ ГЕНЕРАТОРА В АВТОНОМНІЙ СИСТЕМІ РЕЗЕРВНОГО ЖИВЛЕННЯ НА БАЗІ МАЛИХ ГЕС

B. Orobchuk - Ph.D., Assoc. Prof., O. Khomitsky, O. Zaichenko - Ph.D, A.Ya. Leshchuk

STABILIZATION OF GENERATOR VOLTAGE FREQUENCY IN AUTONOMOUS STANDBY POWER SUPPLY SYSTEM BASED ON SMALL HYDRO POWER STATION

Ключові слова: автономна робота гідроелектростанції, стабілізація частоти генератора, баластне навантаження, маховик, ПІД-регулятор.

Keywords: autonomous operation of the hydroelectric plant, stabilization of the generator frequency, ballast load, flywheel, PID regulator.

Для забезпечення повноцінного функціонування електрообладнання критичної інфраструктури якісною електроенергією згідно вимог державних стандартів було спроектовано та впроваджено в роботу гідроелектростанції «Топольки» (м. Бучач, Тернопільська область) пристрій динамічної стабілізації частоти напруги (рис. 1). До пристрою стабілізації частоти напруги генератора автономної гідротурбінної системи електроживлення, в якому до обмоток генератора, крім основного споживача, під'єднано також змінне баластне навантаження. Пристрій регулювання частоти струму генератора має в своєму складі контур регулювання баластним навантаженням, який складається з системи керування, тиристорного перетворювача та баластного навантаження. Поставленою задачею є створення пристрою стабілізації частоти генератора автономної мережі живлення, в якому, за рахунок застосування двоконтурного регулювання та комбінованого керування на основі класичних пропорційно-інтегрально-диференціальних законів регулювання досягається технічний результат, а саме: спрощення схеми тиристорного перетворювача; спрощення системи керування; відсутність опорів під'єднаних послідовно з навантаженням; підвищення точності регулювання частоти напруги генератора та зменшення рівня нелінійних спотворень напруги та струму [1]. Задача вирішується завдяки тому, що пристрій стабілізації частоти напруги генератора автономної мережі живлення містить систему керування, контур регулювання баластним навантаженням, який складається з тиристорного перетворювача і баластних резисторів, контур регулювання швидкості маховика на валу ротора, який складається з гідроприводу регулювання кута положення лопаток гідротурбіни та маховика, причому система керування є комбінованою, яка складається з класичних пропорційно-інтегрально-диференціальних регуляторів, які керуються контролером [2].

Контролер дозволяє побудувати двоконтурне регулювання частоти напруги генератора автономної мережі живлення. В обох контурах здійснюється регулювання за пропорційно-інтегрально-диференціальним законом: у першому здійснюється грубе регулювання з великим значенням часу інтегрування, а у другому контурі - більш точне динамічне регулювання з малим часом інтегрування [3].

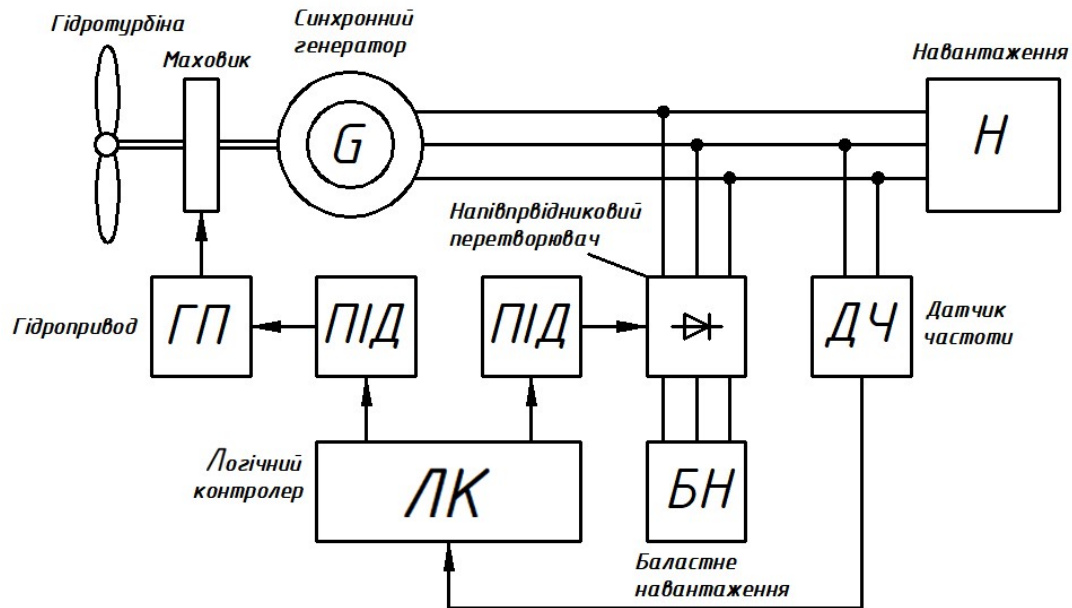


Рисунок 1. Пристрій динамічної стабілізації частоти напруги

Застосування комбінованого двоконтурного керування на основі класичних законів регулювання дозволяє налаштувати систему на необхідний оптимальний режим роботи незалежно від навантаження і зовнішніх збурень, забезпечує високу стабільність заданої величини частоти напруги генератора, що не перевищує 0,1 Гц, мінімальний час перехідного процесу та мінімальне значення амплітуди коливань при зміні навантаження та зовнішніх збуреннях. Крім того, досягається значне зменшення рівня нелінійних спотворень напруги і струму, завдяки роботі тиристорного перетворювача на максимально можливих кутах відкриття. Значення загального коефіцієнта гармонік при цьому суттєво менше в порівнянні з використанням способу стабілізації частоти за допомогою тиристорних перетворювачів для регулювання величини баластного навантаження [4].

Промислові дослідження проведені ПП «ПРОМЕНЕРГІЯ» на базі гідроелектростанції «Топольки» (м. Бучач) показали, що застосування запропонованого пристрою стабілізації частоти генератора автономної мережі живлення дозволяє забезпечити наступні характеристики: високу стабільність та точність заданої величини; мінімальний час перехідного процесу; мінімальне значення амплітуди коливань при зміні навантаження і зовнішніх збуреннях; зменшення рівня нелінійних спотворень напруги і струму; спростити схемотехніку тиристорного перетворювача та відсутність опорів під'єднаних послідовно з навантаженням. Застосування логічного контролера управління дозволяє спростити структуру побудови системи керування та процес налаштування її параметрів.

Література

1. Вовчак, В., Тесленко, О., Самченко, О. Мала гідроенергетика України. Аналітичний огляд. Том I. <https://energyukraine.org/wp-content/uploads/2018/05/Otchet-MGES1.pdf>
2. Мазуренко Л.І., Василів К.М., Джура О.В., Коцюруба А.В. Імітаційна модель та алгоритм керування автономною гідровітровою системою електроживлення. Технічна електродинаміка. 2020. № 1. С17-26. DOI: <https://doi.org/10.15407/techned2020.01>
3. European Small Hydropower Association (2004). Guide on How to Develop a Small Hydropower Plant. Part 2. https://energypedia.info/images/4/4a/Part_2_guide_on_how_to_develop_a_small_hydropower_plant_final-21.pdf
4. Електричні машини. Навчальний посібник. Укладачі: Буняк О.А., Сисак І.М., Бабюк С.М., Оробчук Б.Я., Осадца Я.М, Коваль В.П., – Тернопіль : видавництво ФОП Паляниця В.А., 2023. – 324 с. Текст: укр. - ISBN 978-617-7875-57-3