

*Матеріали Міжнародної науково-технічної конференції молодих учених та студентів.*

*Актуальні задачі сучасних технологій – Тернопіль 11-12 грудня 2013.*

**УДК 621.22**

**<sup>1</sup>М.М. Зінь, к.т.н., доц., <sup>2</sup>Ю.Б. Підгайний**

<sup>1</sup>Тернопільський національний технічний університет імені Івана Пулюя, Україна

<sup>2</sup>Національний університет водного господарства та природокористування, Україна

## **ПІДВИЩЕННЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ ФУНКЦІОНУВАННЯ МАЛИХ ГЕС В ОБ'ЄДНАНІЙ ЕНЕРГЕТИЧНІЙ СИСТЕМІ УКРАЇНИ**

**M.M. Zin, Ph.D., Assoc. Prof., Y.B. Pidgayniy**

### **IMPROVING OPERATIONAL RELIABILITY OF SMALL HYDRO POWER PLANTS IN UNITED ENERGY SYSTEM OF UKRAINE**

Гідроенергетика України представлена великими і малими ГЕС. Великі ГЕС вирішують великі завдання. Вони здебільшого виробляють електроенергію в години «пік», тобто тоді, коли на цей товар існує найбільший попит. В інші години доби такі ГЕС лише набирають воду у свої водосховища-моря. Для цілодобової їх роботи на повну потужність не вистарчає води. Але це не означає, що сталися помилки під час їх проектування. Просто такий режим їхньої роботи є дуже вигідний для об'єднаної енергосистеми України, в складі якої відчувається гостра нестача маневрених потужностей. З огляду на це Україна продовжує нарощувати маневрені потужності ГАЕС – гідроаккумулявальних станцій. Це гірший вибір, ніж ГЕС, однак великі ГЕС в Україні вже споруджувати ніде. Гірший тому, що з огляду енергетичної ефективності ГАЕС суттєво (приблизно у два рази) поступаються звичайним ГЕС.

Великі ГЕС підключаються до системоутворювальних ліній електропередач напругою не нижче 220 кВ. Режими їхньої роботи визначає центральний диспетчерський пункт об'єднаної енергетичної системи України (ОЕСУ). Робота зазначеної системи характеризується тим, що в основній частині її мережі ніколи не пропадає напруга. В базових лініях ОЕСУ в певних межах може коливатися напруга і навіть частота, можуть появлятися високі гармоніки. Однак найгірше, до чого звик звичайний український побутовий споживач електроенергії (особливо в сільській місцевості) – тотальне відключення на невизначений, нехай навіть дуже малий, період – в практиці функціонування системоутворювальних мереж ОЕСУ, на щастя, не спостерігається.

Малі ГЕС в сучасній редакції Закону України «Про електроенергетику» можуть мати встановлену потужність до 10000 кВт включно. Мала гідроенергетика – це галузь, яка на сьогоднішній день дуже стрімко розвивається. Відновлюються колись закинуті ГЕС і споруджуються нові. Останні – дуже часто на місцях колись закинутих старих добрих водяних млинів. Цьому сприяє закріплене Законом України економічне стимулювання галузі насамперед за допомогою «зелених тарифів» – порівняно високих закупівельних цін на електроенергію, що вироблена малими ГЕС.

Наразі малі ГЕС вирішують в масштабі країни відносно малі завдання. Їхній відсоток в енергетичному балансі нашої держави незначний. Але згодом, коли їх кількість і сумарна потужність суттєво зросте, ситуація докорінно зміниться. Паралельно з малими ГЕС споруджуються сонячні (СЕС) та вітрові (ВЕС) електростанції. З 1 січня 2014 року приватні домогосподарства України зможуть продавати за «зеленим» тарифом вироблену ними електроенергію (за умови використання для цього сонячних фотовольтаїчних модулів загальною встановленою потужністю до 10 кВт включно). Не пройде й кількох років, як в Україні почнуть впроваджувати систему smart grid – загальноєвропейську мережу, на яку працюють комерційні та домашні енергоустановки, що використовують енергію відновлюваних джерел – насамперед сонця, вітру та води. Без малих ГЕС функціонування системи smart grid практично неможливе. Це пояснюється порівняно високою стабільністю вироблення електроенергії малими ГЕС у порів-

нянні з ВЕС і СЕС. Вітер дме не завжди, та й сонце світить лише вдень. А вода у річці тече постійно, хоча й її витрата (кількість за одиницю часу) зазнає певних коливань. Наявність малих ГЕС суттєво здешевлює систему smart grid за рахунок того, що завдяки їм відпадає потреба у використанні дорогих, ненадійних, недоговірних й екологічно шкідливих електроакумуляторів задля компенсації «провалів» у генеруванні сонячними та вітряними модулями.

Малі ГЕС підключаються здебільшого до мереж постачальників електроенергії – обленерго. Напруга в точках зливання електроенергії становить переважно 10 кВ, але може бути й 35 кВ, 110 кВ і навіть 380 В. Українські реалії свідчать про те, що в зазначених мережах, на жаль, дуже часто, з різних причин і на невизначений період пропадає напруга. Йдеться про зникнення напруг як у всіх трьох, так і в одній або двох фазах. В будь якій точці мережі обленерго досить часто – приблизно один раз на добу – фіксується спрацьовування пристроїв АПВ (автоматичного повторного включення). Процес такого спрацьовування супроводжується відключенням електроенергії на період до 1 секунди. Ясна річ, для багатьох споживачів це не становить жодної загрози (наприклад, якщо мова йде про електропечі). Коли ж до такої мережі підключений асинхронний або синхронний генератор малої ГЕС – виникають дуже серйозні проблеми, особливо у випадку синхронного генератора.

Якщо в мережі пропадає напруга, гідроагрегат малої ГЕС починає набирати оберти. Щоб вони не набули критичного значення, за якого відцентрові сили здатні «рознести» (тобто механічно зруйнувати) ротор електрогенератора, плавно (автоматично або вручну) перекидається подавання води на турбіну – аж до повної зупинки останньої. Після появи в мережі напруги гідроагрегат малої ГЕС автоматично або вручну знову вводять в експлуатацію. Описаний процес є «штатним» в сучасних українських реаліях. Його тривалість – не менше 10 хвилин.

У випадку спрацьовування АПВ чи в іншому подібному випадку напруга в мережі зникає на долі секунди. За такий малий час генератор не встигає відключитися від мережі, його ротор набирає оберти, тобто виходить з синхронізму. Коли ж у мережі знову появляється напруга, вона за фазою не співпадає з напругою, яку виробляє генератор, що призводить до виникнення велетенських скачків напруги і струму. Останнє дуже часто спричинює вихід з ладу обвиток генератора. Гідрогенератор – дорога машина, а вартість перемотування його обвиток становить половину вартості машини. Тривалість подібного ремонту одного середньостатистичного електрогенератора малої ГЕС становить не менше 30 робочих днів.

Якщо порівнювати два типи генераторів – синхронні й асинхронні, то особливо чутливими до описаних перехідних процесів є синхронні машини. Це можна пояснити відсутністю в процесі їх роботи ковзання – деякого відставання магнітного поля статора від магнітного поля ротора. Тому ймовірність того, що у випадку спрацьовування АПВ вийде з ладу синхронний генератор, є в декілька разів вищою, ніж те ж саме у випадку асинхронного генератора.

Історично склалося так, що на малих ГЕС України в основному використовують синхронні машини. Значно дешевші асинхронні генератори почали застосовувати в малій гідроенергетиці зовсім недавно – в 90-х роках минулого століття. Досвід експлуатації малих ГЕС показує, що з метою недопущення передчасного виходу з ладу електрогенераторів вони потребують впровадження нових, більш надійних систем захисту зазначених машин. Позитивне вирішення цієї проблеми дозволить підвищити надійність роботи малих ГЕС, а також енергетичну й економічну ефективність їх експлуатації за рахунок зменшення часу простоювання гідроагрегатів і вивільнення на більш корисні потреби коштів, які раніше витрачалися на ремонт електрогенераторів.