

**ОСОБЛИВОСТІ ВИЗНАЧЕННЯ ВТОРИННОГО РЕЗЕРВУ ПОТУЖНОСТІ ПРИ
ВПРОВАДЖЕННІ ВІДНОВЛЮВАЛЬНИХ ДЖЕРЕЛ ЕНЕРГІЇ**

Особливістю роботи вітрових (ВЕС) та сонячних електростанцій (СЕС) є мінливість та стохастичність швидкості вітру та сонячного випромінювання протягом доби. Важливими факторами при цьому є швидкість та амплітуда змін генерованої потужності, їх узгодженість з добовими графіками споживання електричної енергії (ЕЕ) та її виробництва іншими електростанціями. Зі збільшенням частки відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) у виробництві ЕЕ, для уникнення дисбалансу, підкреслюється важливість гнучкості електроенергетичної системи (ЕЕС). Гнучкість необхідна для компенсації нестабільності (стохастичності) будь-якого ВДЕ і забезпечення таким чином балансу між попитом і виробленням ЕЕ. В першу чергу, гнучкість забезпечується широкомасштабним впровадженням накопичувачів енергії.

В свою чергу, ВЕС та СЕС практично не залучені до процесу неперервного регулювання рівня генерації, або ж первинного регулювання. Крім того, термін помітних змін у поточній потужності ВЕС – декілька хвилин, а часовий проміжок, на якому суттєво помітний вплив непостійності ВЕС – декілька годин. Це сфера відповідальності вторинного резерву потужності.

Завдання вторинного регулювання частоти та потужності – зміна активної потужності спеціально виділених електростанцій для компенсації небалансу потужності, ліквідації перевантаження транзитних зв'язків, відновлення частоти і заданих зовнішніх перетоків та відновлення резервів первинної регулюючої потужності, витрачених під час дії первинного регулювання. Відповідно має бути створений резерв вторинного регулювання (вторинний резерв), що відповідає значенню максимально можливої зміни потужності генерації від ВДЕ на завантаження або розвантаження (відповідно резерв на завантаження і розвантаження).

Відповідно до нормативу «Основні вимоги щодо регулювання частоти та потужності в ОЕС України: Настанова» (СОУ-Н ЕЕ ЯЕК 04.156:2009), величина необхідного резерву вторинної регулюючої потужності в ЕЕС має бути достатньою для компенсації: нерегулярних коливань небалансу потужності; динамічної похибки регулювання балансу потужності в години змінної частини графіка навантаження; найбільш вірогідної аварійної втрати генерації або споживання (принцип надійності $N-1$) в об'єднаній енергосистемі (ОЕС).

Небаланс, спричинений вимкненням найбільш потужного енергоблока або вузла електроспоживання і який, відповідно до критерію надійності ($N-1$), має компенсуватися вторинним і третинним резервами в ОЕС, називається розрахунковим небалансом потужності ОЕС. Величина мінімального резерву вторинного регулювання R визначається за формулою:

$$R = \pm \sqrt{a \cdot P_{\max} + b^2} - b$$
, якщо вона не менша (за модулем) від величини розрахункового небалансу потужності ЕЕС, де $P_{\max}$ – максимум навантаження в ЕЕС (МВт), $a=10$ МВт і $b=150$ МВт – емпірично підібрані коефіцієнти.

У разі, якщо розрахунковий небаланс потужності в ЕЕС, пов'язаний з втратою генерації, більше величини R , то величина вторинного резерву на завантаження має прийматися такою, що дорівнює величині даного розрахункового небалансу. Отже, R порівнюється зі значеннями: величиною встановленої потужності найпотужнішого енергоблока в ЕЕС, коли в напрямі завантаження необхідно постійно підтримувати резерв вторинного регулювання; величиною потужності найбільш потужного вузла споживання, тобто в напрямі розвантаження необхідно постійно підтримувати резерв вторинного регулювання для компенсації втрати цього вузла. Остаточна величина вторинного резерву визначається як найбільша за модулем величина з цих складових. Для ОЕС України діапазон вторинного регулювання прийнято в обсязі, що відповідає величині найбільш вірогідної аварійної втрати генерації або споживання, відповідно до СОУ-Н ЕЕ: на завантаження – 1000 МВт; на розвантаження – 500 МВт. Однак, при значному рівні інтеграції змінних ВДЕ, вони, в свою чергу, здатні створити помітний негативний ефект на ОЕС, тому цей вплив необхідно пом'якшувати запровадженням додаткових резервних потужностей, здатних компенсувати неконтрольоване зростання чи зниження потужності при коливаннях швидкості вітру та інсоляції.