

4. Про енергозбереження: Закон України / Постанова верховної Ради України № 275 94-ВР від 1 липня 1994 р.
5. Основи енергозбереження: навчальний посібник. Укладачі: Манжара В. М., Шаман А. В. викладачі Глухівського коледжу СНАУ.
6. Енергозбереження – пріоритетний напрямок державної політики України / М. Л. Ковалко, С. П. Денисюк; Відпов. ред. А. К. Шидповський. – Київ: УЕЗ, 1998. – 506 с.

Анастасія ПІГАЛЬ

магістрант

Науковий керівник:

доктор с.-г. наук, канд. техн. наук, доцент Олег ТКАЧ

Заклад вищої освіти «Подільський державний університет»

м. Кам'янець-Подільський

СПОСОБИ ТА ОСОБЛИВОСТІ ПІДКЛЮЧЕННЯ ВЕС ДО МЕРЕЖІ

Структура, характеристики і комплектуючі схеми електричних з'єднань вітропарків визначаються безліччю чинників: одиничною потужністю установок, їх кількістю, розстановкою на місцевості, типом застосовуваних генераторів електроенергії і наявністю статичних перетворювачів. Фактично вітропарки є локальною розподільною електричною мережею з назад спрямованим потоком енергії, яку слід було б назвати колекторною мережею. Залежно від перерахованих вище параметрів сполучна мережа вітропарків може бути виконана по магістральному, радіальному або змішаному принципах. Взаємне розташування установок і дистанція між ними обумовлені в основному двома чинниками: одиничною потужністю і формою троянди вітрів на відповідному майданчику.

У разі розташування установок в лінію, що характерно для гірських перевалів, узбереж морів або великих озер, офшорних парків на морській косі або штучному мулу, застосовується магістральна схема. Роза вітрів при цьому, як правило, має стійку витягнуту форму з яскраво вираженими домінуючими напрямками, і лінія установок розташовується перпендикулярно бісектрисі сектора, цих напрямків. Відстані між окремими вітроелектричними установками в ряду в цьому випадку можуть становити лише 3–4 діаметра віротурбіни, оскільки турбулентні сліди від віротурбіни не впливають на роботу сусідніх установок. Величини діаметрів сучасних трилопатеви віротурбін мегаватного класу коливаються в межах від 60 до 120 метрів. Таким чином, вітропарк, що складається, наприклад, з 10 установок, розташований на морській косі, може мати протяжність магістрального кабелю від 1800 до 2400 метрів.

У разі розташування вітропарку на материку в степовій зоні, де троянда вітрів більш рівномірна, може бути застосована радіальна схема з головною підвищуючою підстанцією в геометричному центрі парку (при цьому з'єднання з прилеглою електричною мережею зазвичай виконується комбінованою

кабельно-повітряною лінією електропередач, оскільки на території вітропарків повітряні лінії електропередач, як правило, не застосовуються). При рівномірній розі вітрів дистанції між окремими установками у всіх напрямках повинні бути однаковими. Їх величина повинна складати не менше 6-9, а за деякими джерелами – 20 діаметрів вітротурбін. Дана вимога викликана тим, що при робочих для сучасних вітроелектричних установок швидкостях вітру (найчастіше від 10 до 25 м/с) турбулентний слід від вітротурбін простягається у напрямку вітру саме на таку відстань. Разом з тим потрапляння вітротурбіни в турбулентний повітряний потік різко знижує її аеродинамічний ККД. Таким чином, для вітропарків з діаметрами вітротурбіни від 60 до 120 метрів дистанції між окремими установками зростають до 600-1200 метрів.

В даний час в складі вітропарків найбільш широкого поширення набули вітроелектричні установки з одиничними потужностями від 1,5 до 3,5 МВт, номінальною напругою на виході генератора 660–690 В і діаметрами вітротурбіни від 60 до 90 метрів.

Найпростіший розрахунок показує, що при зазначених потужностях генераторів і наведених вище довжинах сполучних кабельних ліній економічна робота колекторних мереж вітропарків можлива лише в разі застосування в них підвищених робочих напруг.

Найчастіше сучасна мережева вітроелектрична установка забезпечується власним підвищуючим трансформатором, а з'єднання установок між собою здійснюється на стороні середньої напруги від 6 до 30 кВ.

Вітропарки невеликої потужності, що побудовані 15-20 років тому і складаються з вітроелектричних установок одиничною потужністю від 100 до 250 кВт, виконувалися на робочих генераторних напруженнях. На рис. 1. наведені варіанти радіальних схем вітропарків на базі вітроелектричних установок з різними типами електрогенераторів.

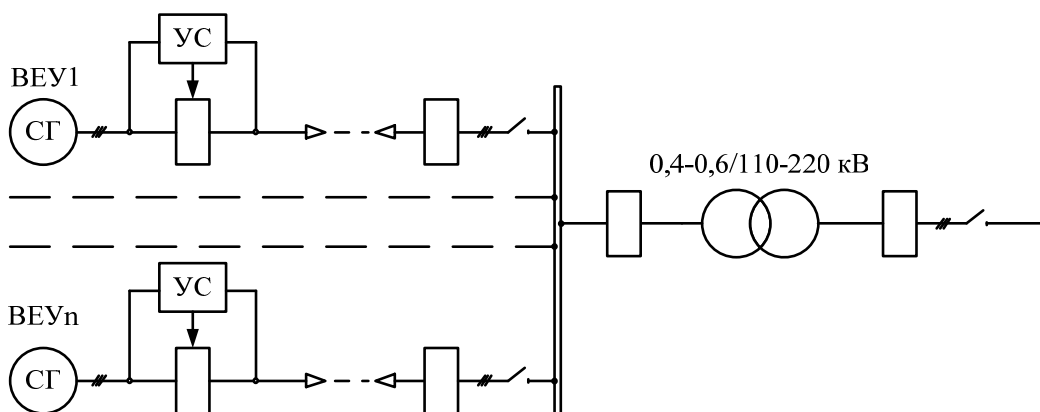


Рисунок 1 – Вітропарки невеликої потужності на базі вітроелектричних установок з синхронними генераторами

У разі якщо статичні перетворювачі відсутні, і частота обертання валу установки при роботі підтримується стабільною і кратною частоті мережі, для

вітропарків на базі вітроелектричних установок з синхронними генераторами може бути кілька варіантів підключення:

- Кожен генератор має власний пристрій синхронізації;
- Пристрої автоматичної синхронізації синхронізують генератори між собою в групах, а потім відбувається синхронізація груп з мережею;
- Пристрої автоматичної синхронізації синхронізують генератори між собою в групі, потім синхронізуються групи, а з мережею синхронізація відбувається безпосередньо на головній підвищувачій підстанції.

Очевидно, що перший варіант найбільш повно відповідає експлуатаційним вимогам і дозволяє встановлювати мінімальну кількість синхронізуючих пристроїв. У цьому випадку будь-який з генераторів може підключатися до мережі незалежно від інших, при запуску після аварії на одній з підстанцій першого ступеня синхронізується тільки одна група генераторів).

Основними недоліками цієї концепції є необхідність частоті синхронізації генераторів вітроелектричних установок при підключенні до мережі і недовиробіток електроенергії, обумовлений постійною частотою обертання вітротурбіни. Синхронізація повинна здійснюватися кожен раз після відключення вітроелектричних установок від мережі внаслідок недостатньої величини швидкості вітру, після відключення від мережі внаслідок перевищення максимальної швидкості вітру, а також після планово-запобіжних оглядів і ремонтів.

Застосування асинхронних генераторів дозволяє виключити з головної схеми вітропарків синхронізуючі пристрої. Однак в цьому випадку власнику вітропарків доводиться або розплачуватися з мережевою компанією за реактивну потужність, споживану установками з мережі, або застосовувати пристрої компенсації реактивної потужності. Компенсуючи пристрої можна встановити безпосередньо біля кожного генератора, один на кожен групу генераторів або один на підвищувальну підстанцію другого ступеня. Для «м'якого» підключення вітроелектричної установки до мережі подосягненню вітротурбіни синхронної частоти обертання в такі схеми використовуються керовані тиристорні вентиля.

Аналогічні схеми підключення можуть бути використані для вітроелектричних установок на базі двошвидкісних асинхронних генераторів і асинхронних генераторів з фазним ротором і регульованим ковзанням. Однак такі електричні машини частіше застосовуються в складі більш потужних вітроелектричних установок, оснащених індивідуальними підвищувачами ми трансформаторами, і схеми їх підключення розглянуті нижче.

Список використаних джерел

1. Savelii KUKHARETS, Taras HUTSOL, Szymon GŁOWACKI, Olena SUKMANIUK, Anna ROZKOSZ, Oleg TKACH Concept of Biohydrogen Production by Agricultural Enterprises. *Agricultural Engineering* Vol. 25. No. 1. 2021. P. 63–72.