

Чемериський С.П.

НТУУ «КПІ» Інститут енергозбереження та енергоменеджменту

Україна, м. Київ, вул. Борщагівська, 103, 03056

Тел.: 097-7534590, E-mail: energy_52@ukr.net

Оптимізація параметрів мережі відбору потужності від промислових ВЕУ з врахуванням кліматичних умов роботи

***Анотація** – У статті розглядаються питання оптимізації параметрів мереж відбору потужності від мережевих ВЕУ за рахунок дослідження режимів їх роботи в різних кліматичних умовах. Розглянуто питання співвідношення втрат в даних мережах і шляхи їх скорочення. Розроблено алгоритм оптимального вибору силових трансформаторів мережі відбору потужності від ВЕУ.*

***Аннотація** – В статье рассматриваются вопросы оптимизации параметров сетей отбора мощности от сетевых ВЭУ за счет исследования режимов их работы в различных климатических условиях. Рассмотрен вопрос соотношения потерь в данных сетях и пути их сокращения. Разработан алгоритм оптимального выбора силовых трансформаторов сети отбора мощности от ВЭС.*

***Annotation** – The questions of optimization of network parameters PTO network of wind turbines due to their modes of research work in various climatic conditions. The question of loss ratio in these networks and ways of reducing them. An algorithm for optimal power transformers PTO network of wind turbines.*

Вступ

Метою розвитку сучасної енергетики є пошук надійного та якісного, але при цьому дешевого та екологічно чистого джерела енергії. Традиційні джерела енергії не відповідають сучасним вимогам екологічності, крім того вони є вичерпними що веде до поступового збільшення вартості енергії цих джерел. Це зумовлює зростання інтересу до альтернативних джерел енергії які є екологічно чистими і вартість яких зменшується з розвитком технологій і масовим виробництвом. В Україні альтернативна енергетика цілком може забезпечити понад третину всього енергоспоживання [1].

На теперішній час вітрова енергетика є найбільш розвиненою з усіх видів альтернативної енергетики, це зумовлено багатьма факторами, такими як розвиток технологій, економічна ефективність, тощо. В усьому світі ведеться активне будівництво вітрових електростанцій(ВЕС) і питання оптимальності побудови їх мереж стають все актуальнішими. На даному етапі підходи до побудови енергетичної інфраструктури ВЕС не враховують режиму генерації, який на пряму пов'язаний з кліматичними умовами роботи даних станцій.

Режими роботи ВЕУ в різних кліматичних умовах

Для оцінки режимів роботи ВЕУ в різних кліматичних умовах було проведено розрахунок річної генерації ВЕУ Т600-48 [2] за даними чотирьох метеостанцій що розташовані в різних регіонах за вітровими характеристиками, а саме метеостанції «Чернігів», «Кривий Ріг», «Асканія Нова» і «Ай-Петрі». Результати розрахунків представлені на суміщеній діаграмі режимів роботи ВЕУ рис.1.

Проведений розрахунок показав що основними режимами роботи ВЕУ є робота з змінною потужністю і в режимі холостого ходу, а робота з номінальною потужністю є короткотривалою. Крім того було визначено що характеристика режимів не має прямої залежності від середньої швидкості вітру, цей факт веде до того що для характеристики режиму в кожному конкретному випадку слід проводити окремий розрахунок і вивід досить

точних загальних характеристик не є можливим в силу того що залежить від багатьох факторів, таких як розподіл вітрів, характеристики ВЕУ тощо.

Загалом можна сказати що основною характеристикою режиму роботи ВЕУ є низьке значення КВНП, в порівнянні з традиційними джерелами енергії. Це веде до того що в мережах відбору потужності роль втрат холостого ходу стає більш суттєвою складовою чим навантажувальні втрати і цей факт слід враховувати при побудові даних мереж.

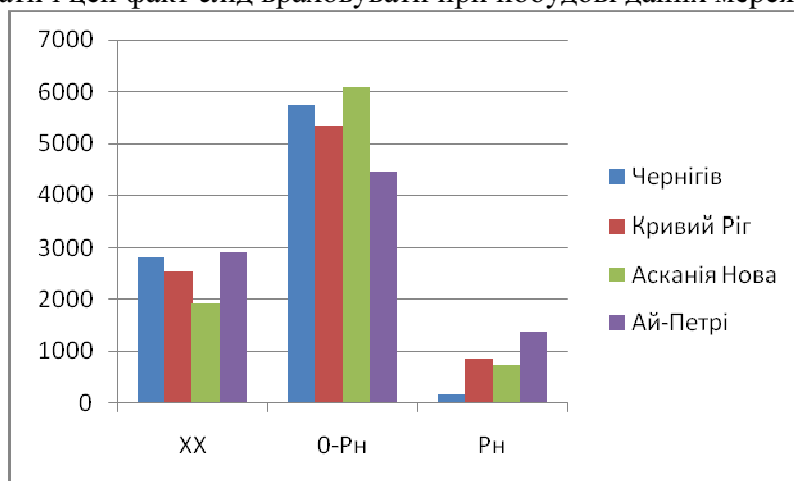


Рис. 1 – Суміщена діаграма режимів роботи

Сучасні підходи до побудови схем відбору потужності від ВЕУ

Розглянемо побудову схеми відбору потужності ВЕУ Т600-48, на рис. 2 приведено фрагмент креслення робочого проекту будівництва ВЕУ Т600-48.

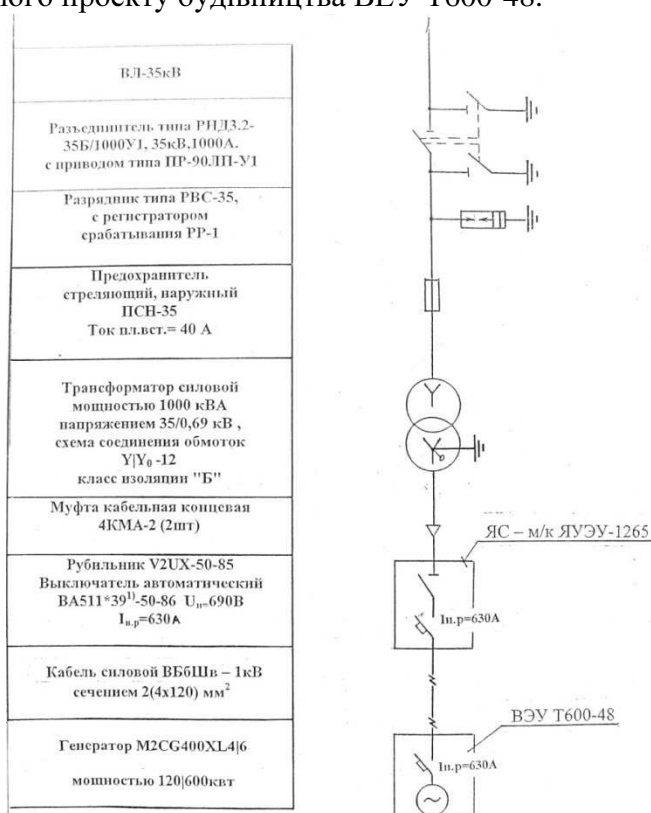


Рис. 2 – Фрагмент робочого проекту ВЕУ Т600-48

Як ми бачимо в даному проекті використана блок-схема відбору потужності, і питання вибору всіх її елементів окрім силового трансформатора не викликає жодних сумнівів. Розглянемо більш конкретно питання вибору силового трансформатора.

Використовуючи дані виробника ВЕУ Т600-48 [3] розрахуємо повну потужність, яка буде протікати через трансформатор в режимі максимальної генерації:

$$S_{\max} = \frac{P_{\max}}{\cos \varphi_{\max}},$$

де, $P_{\max} = P_{ном}$ - максимальна активна потужність генерована ВЕУ, 600 кВт;

$\cos \varphi_{\max}$ - коефіцієнт потужності з врахуванням роботи конденсаторних батарей, 0,97;

$$S_{\max} = \frac{600}{0,97} = 618,556 \text{ кВ} \cdot \text{А}.$$

Як видно з розрахунку трансформатор ТМ-630 з номінальною потужністю $S_{н.т}=630$ кВ·А може бути використаний в даних умовах роботи.

Таким чином очевидно що в проекті потужність трансформатора завищена. Така практика є досить розповсюдженою при проектуванні мереж традиційних генеруючи об'єктів і пов'язана з скороченням навантажувальних втрат в трансформаторах що є економічно доцільно при високих значеннях КВНП. Однак у випадку з ВЕУ значення КВНП відносно не високі і доцільність такого завищення стає сумнівною.

Враховуючи зростання ролі втрат холостого ходу при зменшенні КВНП слід звернути увагу на можливість максимально зменшити номінальну потужність силового трансформатора, що призведе до зменшення втрат холостого ходу. Але оскільки при цьому зростуть навантажувальні втрати говорити про сумарне зменшення втрат при таких діях однозначно неможна. Виходячи з цього остаточний вибір потребує порівняння кількох можливих варіантів з оцінкою найкращого за економічним критерієм.

Методика вибору оптимального варіанту потужності силового трансформатора що працює в складі мережі відбору потужності від ВЕУ

Як було встановлено, в попередніх розділах, на оптимальний вибір трансформатора впливає багато фактів (модель ВЕУ, кліматичні умови), це призводить до того що необхідно розробити механізм оптимального вибору в кожному конкретному випадку. Основним критерієм такого вибору повинна бути економічна ефективність.

З економічної точки зору можна виділити два аспекти, це капітальні вкладення, тобто вартість обраного трансформатора, і втрати в мережі при експлуатації в грошовій формі. Дані два аспекти безпосередньо пов'язані між собою і саме на цьому зв'язку буде проводитись оцінка найкращого варіанту. Для цього пропонується використовувати такий критерій як рентабельність додаткових капітальних вкладень $r_{д.в.}$, який буде показувати яку економічну віддачу приносять кошти що додатково вкладені для встановлення трансформатора більшої потужності.

Алгоритм розрахунку даного параметру має наступний вигляд:

1. Обираються два варіанти потужності силового трансформатора;
2. За паспортними даними трансформаторів розраховується потужність втрат холостого ходу в обох трансформаторах за рік, кВт·год/рік:

$$\Delta W_{xx} = \Delta P_{xx} \cdot T_p,$$

де T_p - кількість годин роботи трансформатора за рік, 8760 год/рік.

3. За прогнозними даними генерації розраховуються навантажувальні втрати в обох трансформаторах за рік шляхом розрахунку втрат по кожному інтервалу

швидкостей вітру на площадці встановлення ВЕУ і їх подальшому додаванні, при цьому використовується наступні залежність:

$$\Delta P_{кз,в} = \Delta P_{кз,н} \cdot \left(\frac{S_{ВЕУ,в}}{S_{н,н}} \right)^2;$$

де, $\Delta P_{кз,в}$ – потужність втрат короткого замикання при швидкості вітру v , кВт;
 $S_{ВЕУ,в}$ - потужність генерована ВЕУ при швидкості вітру v , кВт.

$$\Delta W_{кз,в} = \Delta P_{кз,н} \cdot T_v;$$

де, T_v – кількість годин на рік, протягом яких швидкість вітру рівна v .

$$\Delta W_{кз} = \sum W_{кз,в}.$$

4. Знаходяться сумарні втрати в для кожного трансформатора за рік, кВтгод/рік:

$$\Delta W_{\Sigma} = \Delta W_{xx} + \Delta W_{кз}.$$

5. Знаходимо скорочення втрат електричної енергії за рахунок додаткових капітальних вкладень шляхом виднямання втрат в трансформатори меншою потужності від втрат в трансформатори з більшою потужністю, кВтгод/рік:

$$\delta W = \Delta W_{\Sigma T1} - \Delta W_{\Sigma T2}.$$

6. Розрахуємо скорочення втрат в грошовому вигляді, грн:

$$C = \epsilon \cdot \delta W,$$

де, ϵ – ставка «зеленого» тарифу, 1,21грн.

7. Розрахуємо розмір додаткових капітальних вкладень, грн:

$$K_{д} = K_{T1} - K_{T2}.$$

де, K_{T1}, K_{T2} - вартість першого і другого трансформаторів відповідно, грн.

8. Розрахуємо рентабельність додаткових капітальних вкладень, %:

$$r_{д,в} = \frac{C}{K_{д}} \cdot 100\%.$$

9. Порівнюємо отримане значення з загальною рентабельністю проекту будівництва ВЕС і визначаємось з доцільністю встановлення трансформатора більшої потужності.

Висновки

У даній статі розглянуто систему відбору потужності від ВЕУ і втрати в ній залежно від режиму роботи вітроагрегату.

Було встановлено що в зв'язку з особливостями роботи ВЕУ, які пов'язані з залежністю режиму роботи від кліматичних умов, втрати холостого ходу в мережі можуть мати більше значення чим навантажувальні втрати. Що призводить до необхідності скорочення втрат холостого ходу на стадії проектування, для покращення техніко економічних показників. Однак співвідношення втрат в мережі відбору потужності залежить від багатьох факторів, таких як: моделі ВЕУ, кліматичних умови роботи, трансформаторів що розглядаються. Це призводить до того що не можна однозначно сказати коли доцільно встановлення трансформатора більшої потужності, а коли ні.

Для остаточного вибору силового трансформатора в кожному конкретному випадку слід проводити розрахунок згідно приведеного алгоритму.

Література

1. Энергоефективність та відновлювані джерела енергії / Під заг. ред. А. К. Шидловського. - Київ.: Українські енциклопедичні знання, 2007. – 560 с.
2. В.П.Харетонов Автономные ветроэлектрические установки. – М.: ГНУ ВИЭСХ, 2006.- 280с.

3. <http://www.turbowinds.com>.