

## КАБЕЛЬНІ МЕРЕЖІ ОФШОРНИХ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ

Пекур П.П., к.т.н., ст. викл., Оніщенко І.О., студент  
НТУУ "КПІ", кафедра електричних мереж та систем

**Вступ.** На даний час актуальним є питання застосування відновлюваних джерел енергії в сучасній енергетиці. Вітроелектростанції (ВЕС) сьогодні довели свою ефективність і рентабельність при виробництві електричної енергії в різних країнах світу. При виборі місця розташування ВЕС, головним критерієм є середньорічна швидкість вітру. Чим вище цей показник, тим ефективніше працюватиме вітрова електроустановка (ВЕУ). Середня швидкість вітру в морі вища, ніж на суші, що дозволяє виробляти більше електричної енергії, чим при роботі ВЕУ в континентальній зоні. Ось чому розробники звернули увагу на прибережні зони. Площа придатна для будівництва ВЕС лише в Західній Європі становить не менше 544 тис. км<sup>2</sup> [1, 2].

**Постановка задачі.** Принцип роботи офшорної ВЕС кардинально нічим не відрізняється від наземної. Різниця лише в умовах експлуатації та їхньому розташуванні. Офшорні ВЕУ будують в умовах агресивного середовища, а отже вони повинні мати підвищений захист від нього. ВЕУ може встановлюватись на різні типи фундаментів, які залежать від глибини та

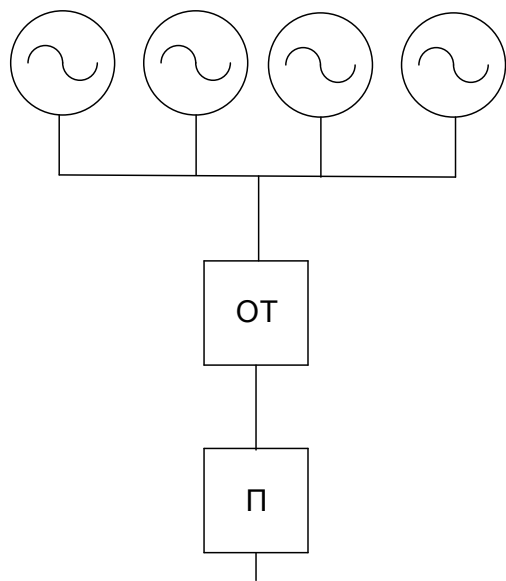


Рисунок 1 – Схема видачі потужності ВЕС

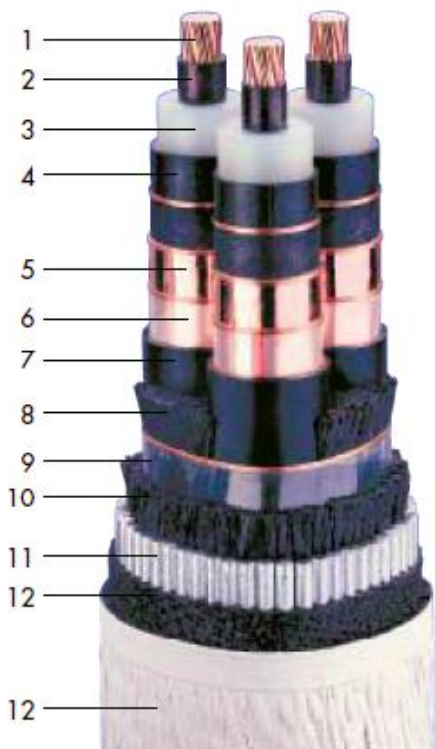
рельєфу морського дна. Генератор ВЕУ виробляє електричну енергію, яка передається по кабелям до офшорного трансформатора (ОТ), а потім на берегову підстанцію (П), що може знаходитися на відстані до 30 км (рис. 1).

Через постійну роботу в агресивному середовищі, особливу увагу потрібно звернути на підводні кабелі. Маршрут прокладки кабелю має бути економічно вигідним та безпечним, так-як використання різних способів захисту кабелю призводить до збільшення вартості проекту.

Для вибору типу кабелю та його ступеня захисту, проводять геологічну розвідку, оцінку ступеня сейсмічної активності, вулканізму, хімічного складу води, імовірності підводних зсувів та інших природних явищ у зоні, де буде прокладений кабель. Такий кабель має бути водонепроникним, довговічним та володіти достатньою міцністю. Матеріали кабелю повинні бути підбрані так, щоб при механічних навантаженнях (розтягуванні кабелю в ході експлуатації / прокладанні) не змінювалися його робочі характеристики.

**Матеріали досліджень.** Для підводної прокладки використовують такі види кабелів: кабель з ізоляцією із зшитого поліетилену(ЗПЕ), етиленпропіленової гуми (ЕПГ), маслонаповнені та паперово-просочені кабелі [3].

На середню напругу найбільшого розповсюдження набув силовий кабель з ізоляцією із ЗПЕ (рис. 2):



1 - мідна жила (кругла ущільнена з поздовжньою герметизацією гідрофобним заповнювачем); 2 - екран по жилі (екструдований компаунд); 3 - ізоляція із зшитого поліетилену; 4 - екран по ізоляції (екструдований електропровідний компаунд); 5 - екран (мідні стрічки або дріт); 6 - сепаратор (полімерна стрічка); 7 - оболонка (поліетилен); 8 - наповнювач (поліпропіленові джгути); 9 - зкріплюючі стрічки; 10 - подушка під броню (поліпропіленові джгути); 11 - броня (сталеві оцинковані круглі дроти); 12 - захисна оболонка (тканинні стрічки, бітумний компаунд, поліпропіленові джгути, вапняна побілка).

Основні переваги кабелю із ЗПЕ порівняно із маслonaповненим кабелем та кабелем з паперово-просоченою ізоляцією [4]:

- ЗПЕ - тверді діелектрики. Вони не потребують обслуговування, спостереження і контролю рівня масла в кабельних мережах;

Рисунок 2 – Конструкція кабеля

- основні електричні і механічні характеристики кабелів з ізоляцією із ЗПЕ в порівнянні з кабелями із паперово-просоченою ізоляцією набагато вищі;

- силовий кабель для підводної прокладки з ізоляцією ЗПЕ не має свинцевої оболонки. Їхня конструкція має меншу вагу, що дозволяє спростити їхнє транспортування та прокладку. Конструкція з твердим діелектриком і важкою бронєю із сталевих дротів менш чутлива до зовнішньої дії, яким піддаються силові кабелі для підводної прокладки, при транспортуванні, прокладці та експлуатації.

**Висновок.** Сукупність переваг кабелів з ізоляцією із ЗПЕ роблять їх найбільш використовуваними в сучасній офшорній вітроенергетиці. Кабелі виготовлені із ЗПЕ забезпечують ефективний збір та передачу електричної енергії від офшорних ВЕС та максимальний захист електричної мережі від впливу зовнішнього агресивного середовища.

#### Перелік посилань

1. Ветроэнергетика / [под ред. Д. де Рензо]. – М.: Энергоатомиздат, 1982. – 272 с.
2. Твайделл Дж. Возобновляемые источники энергии / Дж. Твайделл, А. Уэйр. – М.: Энергоатомиздат, 1990. – 392 с.
3. [http://www.spbnexans.ru/files/Silovie\\_kabeli\\_dlya\\_podvodnoi\\_prokladki](http://www.spbnexans.ru/files/Silovie_kabeli_dlya_podvodnoi_prokladki)
4. Электрические кабели, провода и шнуры: Справочник/ Н.И.Белоруссов, А.Е. Саакян, А.И. Яковлева. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 536 с.