



АНАЛІЗ РОБОТИ ВІТРОЕЛЕКТРИЧНОГО ЗАРЯДНОГО АГРЕГАТУ

Жарков В.Я., к.т.н.,

Таврійський державний агротехнологічний університет

Жоров В.І., к.т.н.,

Жоров С.В.,

Тимощук Д.В.

Національний науковий центр «ІМЕСГ»

Тел./факс (04471)3-27-50

Анотація – пропонується схема, що забезпечує максимальне використання енергії вітру при роботі вітродвигуна на акумулятор.

Ключові слова – вітродвигун, швидкість вітру, потужність, акумулятор, ефективність.

Постановка проблеми. Окрім комерційної вітроенергетики, в Україні є некомерційна. Це, як правило, малопотужні ВЕУ, що працюють на акумулятор, а потім через перетворювач частоти живлять побутові прилади [1]. Розроблено конструктивно досконалі присадибні ВЕУ. В ТДАТУ запатентована присадибна ВЕУ [2], виготовлена із типових промислових вузлів. Проблема регулювання навантаження таких ВЕУ є актуальною і сьогодні.

Аналіз останніх досліджень. Встановлено, що ефективно працювати ВЕУ може лише за визначеної (оптимальної) швидкохідності вітроколеса (ВК), і краще це робити зі сторони навантаження, в електричній частині [1].

Зарядка акумуляторів може здійснюватись при роботі ВК як на лівій так і правій вітках його характеристики потужності, і визначається конструктивними параметрами генератора та схемою випрямляча зарядного пристрою.

Генератор агрегату, який заряджається на лівій вітці характеристики, має більшу кількість витків обмотки статора або вищий коефіцієнт перетворення випрямляча. Так, при мостовій схемі з'єднання випрямляча робоча частота обертання ВК вітродвигуна ТВ–8 становить $10\text{--}12 \text{ хв}^{-1}$, а за трифазної схеми із нульовою точкою – вдвічі вище. Перший режим зарядки здійснюється на лівій вітці характеристики

потужності вітродвигуна, а другий – на правій (рис.1).

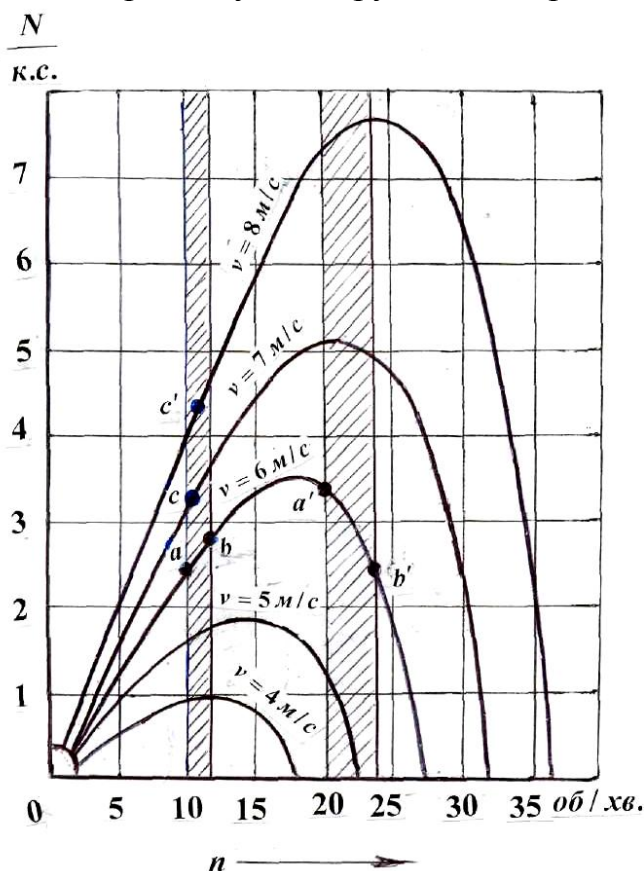


Рис. 1. Робочі характеристики вітродвигуна ТВ-8 та батареї електричних акумуляторів.

Частота обертання початку і закінчення зарядки акумулятора визначається нижньою та верхньою межею допустимої напруги на його затискачах. Повністю розряджений акумулятор розпочинає заряджатися при частоті обертання ВК 10 хв^{-1} , а менш розряджений – при вищій частоті. Закінчується процес зарядки при частоті обертання ВК 12 хв^{-1} . Нижня та верхня робочі частоти обертання ВК відповідають напрузі на затискачах акумулятора 12,3 В та 14,5 В, відповідно. Частота обертання і потужність ВК визначаються положенням робочої точки, тобто точки перетину характеристик потужності ВК та акумуляторів. При сталому вітрі, наприклад 6 м/с, робоча точка рухається в процесі зарядки від точки *a* до точки *b* по характеристиці потужності вітродвигуна $v = 6 \text{ м/с}$. Із збільшенням швидкості вітру робоча точка переходить на відповідну характеристику потужності ВК з деяким зміщенням в зону вищих частот обертання – точки *c* та *c'* при швидкостях вітрі 6 м/с та 7 м/с. В процесі зарядки споживана потужність зростає, що відбувається як за рахунок підвищення напруги так і зарядного струму. В цьому режимі має місце висока ступінь використання вітрів швидкістю до 6 м/с та менш ефективно використання сильніших вітрів.

При роботі на правій вітці характеристики потужності ВК і сталому вітрі потужність зарядки і зарядний струм з часом знижуються. Але при швидкості вітру вище 6 м/с вони вищі ніж на лівій вітці характеристики. Електрорушійна сила фази і габаритна потужність генератора вищі у два рази. В цьому режимі добре використовується потужність сильніших вітрів швидкістю вище 6 м/с.

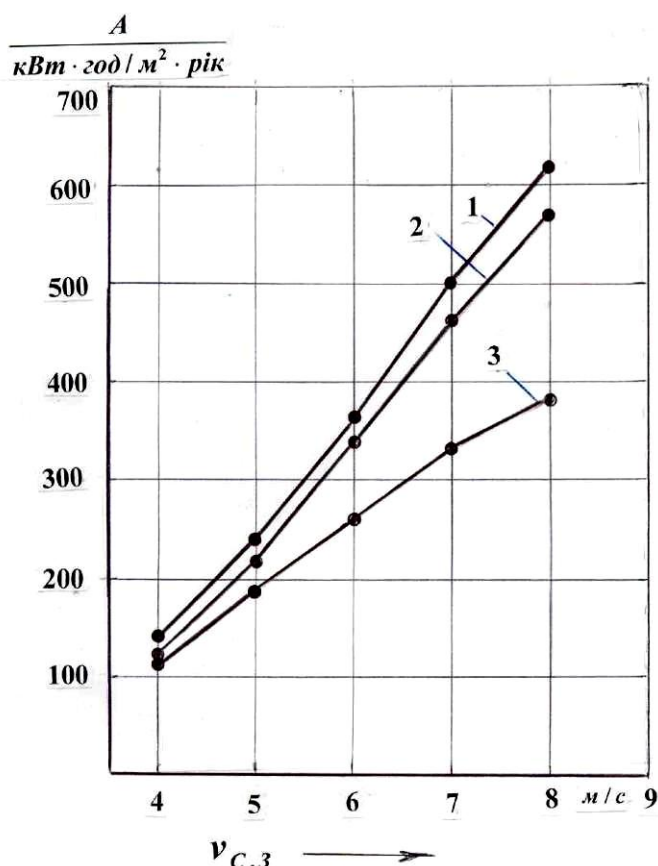
Таким чином, зміна схеми з'єднання випрямляча зарядного пристрою із мостової на трифазну з нульовою точкою дозволяє у два рази підвищити робочу частоту обертання ВК і у стільки ж разів збільшити габаритну потужність генератора, що добре узгоджується із збільшенням потужності ВК при зростанні сили вітру.

Формулювання мети статті. Обґрунтування електричної схеми й конструкції вітроелектричного зарядного агрегату.

Основна частина. Зарядний агрегат можна виконати з такими параметрами, що початок зарядки розпочинатиметься при частоті обертання ВК 15 хв^{-1} . За цього характеристика потужності акумуляторів займе середнє положення відносно розглянутих режимів (див. рис. 1). Матимемо добре використання слабих вітрів, швидкістю до 6 м/с. Але при сильніших вітрах недобір енергії буде високим. Розрахунки показали, що річний виробіток енергії таким нерегульованим зарядним агрегатом нижчий на 20...50%, ніж регульованим шляхом зміни схеми з'єднання випрямляча зарядного пристрою (рис. 2) [3]. Особливо відчутним є збільшення виробітку регульованим агрегатом при середньорічних швидкостях вітру вище 6 м/с. Такі вітри діють на значній території України. Отже зміна схеми з'єднання випрямляча зарядного пристрою із мостової на трифазну з нульовою точкою забезпечує збільшення річного виробітку енергії зарядним агрегатом на 20...50 % у місцевостях з середньорічною швидкістю вітру вище 6 м/с. У зв'язку з зазначеним, конструкція застосовуваних у цих місцевостях зарядних агрегатів повинна передбачати можливість двоступеневого регулювання частоти обертання ВК.

Вітер характеризується значною поривчастістю, що пов'язано з необхідністю досить частої зміни схеми з'єднання випрямляча в процесі регулювання. Виконання такого регулювання вручну не уявляється можливим. Отже, зміна схеми з'єднання випрямляча повинна бути автоматичною і виконуватись в функції швидкості вітру. В зв'язку з цим блок автоматичного керування повинен містити вимірювальний перетворювач швидкості вітру.

Фізична модель вітроенергетичної установки з автоматично керованою частотою обертання повітряних роторів містить два електричних генератори змінного струму 1 і 2 із збудженням від постійних магнітів 3,4, що приводяться в рух роторами 5 і 6 (рис.3).



1 – потенційно можливий виробіток; 2 – виробіток енергії регульованим агрегатом; 3 – виробіток енергії нерегульованим агрегатом.

Рис 2. Залежність річного виробітку електроенергії генератором зарядного агрегату від середньорічної швидкості вітру.

На вихід генераторів 1 і 2 ввімкнені трифазні мостові випрямлячі 7 і 8, які між собою з'єднані послідовно та приєднані до послідовно з'єднаних акумуляторних батарей 9 і 10. До акумуляторних батарей 9 і 10 приєднано навантаження у вигляді лампи розжарювання 11 із вимикачем 12 та блок автоматичного керування. На вихід генераторів 1 і 2 приєднані також гальмівні резистори 13 і 14 для захисту акумуляторних батарей 9 і 10 від перезаряду.

Блок автоматичного керування виконано у вигляді вітряної турбіни 15, механічно з'єднаної із генератором постійного струму 16. Вихід генератора 16 з'єднано з базою транзистора 17, перехід „колектор – емітер” якого ввімкнено у коло живлення котушки 18 малогабаритного реле. Замикаючий контакт 19 реле 18 ввімкнений послідовно з котушкою 20 проміжного реле, розмикаючий контакт 21 якого ввімкнений у коло зарядки батарей 9 і 10 між „мінусом” акумуляторної батареї 9 і катодом випрямляча 7, а розмикаючий контакт 22 – між анодом випрямляча 7 і катодом випрямляча 8. Затискач „мінус” акумуляторної батареї 9 глухо з'єднаний з нейтраллю обмотки статора генератора 1, а катод випрямляча 8 – з нейтраллю обмотки генератора 2 [4].

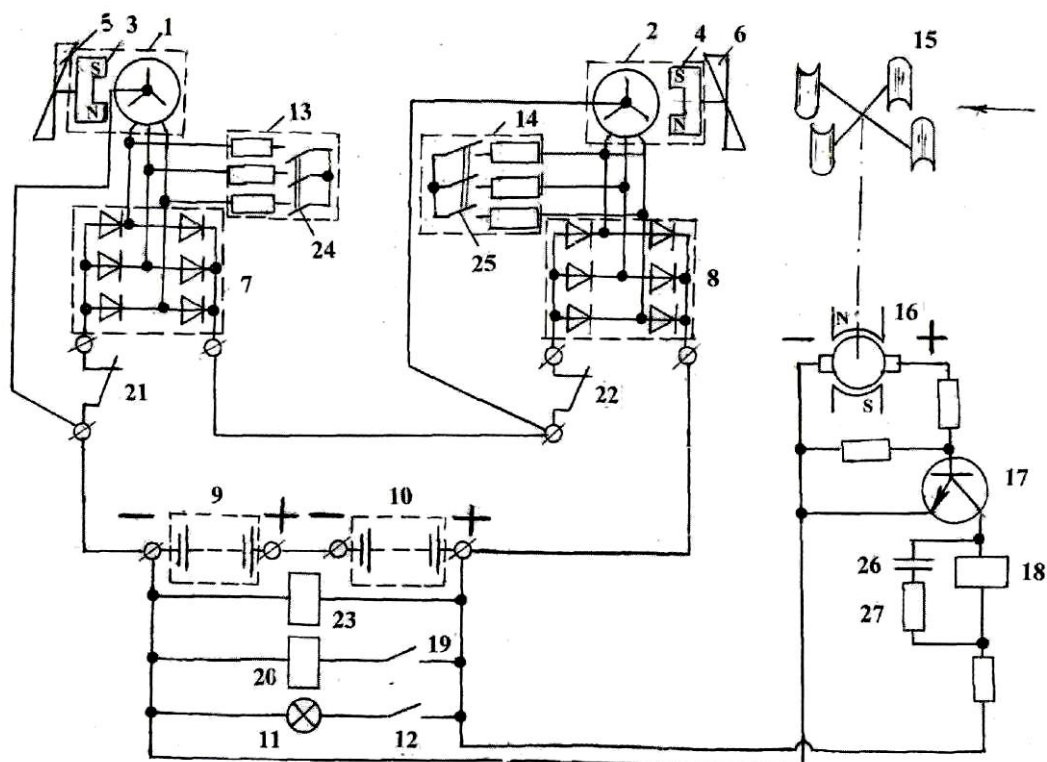


Рис. 3. Принципова електрична схема вітроелектричного зарядного агрегату з автоматично керованою частотою обертання повітряних роторів.

На вихід акумуляторів 9 і 10 приєднано також котушку 23 реле максимальної напруги, замикаючі контакти 24 і 25 якого ввімкнені у коло живлення гальмівних опорів 13 і 14.

Фізична модель працює наступним чином [4].

При досягненні вітром швидкості 6 м/с турбінка 15 (рис.4) приходить у рух. Генератор 16 виробляє струм, який насичує перехід „база – емітер” транзистора 17. Транзистор 17 відкривається і через котушку 18 малогабаритного реле починає текти струм. Контакт 19 малогабаритного реле 18 замикається у колі живлення котушки 20 проміжного реле, яке розмикає свої контакти 21 і 22 у колі мостових випрямлячів 7 і 8. Випрямлячі змінюють свою схему з'єднання з мостової на трифазну з нульовою точкою. Зарядний струм тече від затискача „мінус” акумуляторної батареї 9 через нейтраль обмотки генератора 1, анодну групу випрямляча 7, нейтраль обмотки генератора 2, анодну групу випрямляча 8 до затискача „плюс” акумуляторної батареї 10. Напруга зарядного струму відразу після розмикання контактів 21 та 22 проміжного реле 20 знижується у 2 рази, що викликає збільшення частоти обертання повітряних роторів 5 і 6 у таку ж кількість разів.

Із зниженням швидкості вітру до 5 м/с вітряна турбінка 15 припиняє рух, контакти 21 і 22 замикаються. Випрямлячі 7 і 8 починають

працювати за мостовою схемою. Частота обертання повітряних роторів 5 і 6 вдвічі знижується.

З метою запобігання нестабільній роботі реле 18 під час поривів вітру слугує ланцюжок затримки часу, виконаний на електролітичному конденсаторі 26 та резисторі 27 [4].



Рис. 4. Вимірювальний перетворювач швидкості вітру блоку автоматичного керування частотою обертання повітряних роторів вітроелектричного зарядного агрегату.

Таким чином, створена фізична модель вітроелектричного зарядного агрегату, яка при збільшенні швидкості вітру вище 6 м/с дозволяє автоматично змінювати схему з'єднання випрямляча зарядного пристрою з мостової на трифазну з нульовою точкою, що забезпечує значне збільшення габаритної потужності генератора і річного виробітку енергії агрегатом.

Висновки. При середньорічній швидкості вітру вище 6 м/с вітроелектричні зарядні агрегати доцільно виконувати з автоматичним двоступеневим регулюванням частоти обертання ВК, наприклад, за рахунок зміни схеми з'єднання випрямляча з мостової на трифазну з нульовою точкою, що узгоджується із зростанням потужності ВК при посиленні вітру. При цьому потужність генератора зростає у 2 рази, а річний виробіток електроенергії - на 20 – 50 %.

Література

1. Жарков В.Я. Від вітроенергетики комерційної до присадибної/ В.Я. Жарков // Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в

АПК України: вісник ХНТУСГ.– Харків, 2010.- Вип. 102. - С. 48-49.

2. Пат. 54512 Україна, МПК F03D1/00. Присадибна вітроенергоустановка / *В.Я. Жарков, Ю.Т. Лучанінов, В.Ю. Лучанінов.*- №u201006335; заявл. 25.05.2010; опубл. 10.11.2010, Бюл.№21.

3. *Козирський В.В.* Обґрунтування регулювальних якостей вітроелектричного зарядного агрегату/ *В.В. Козирський та ін.* В зб.: МЕСГ. Вип. 94. – К.: ННЦ ІМЕСГ, 2010. – С. 364-376.

4. Патент 92844 Україна, МПК (2009) F03D7/06, F03D3/00. Вітроелектричний зарядний агрегат /*В.І. Жоров, С.В. Жоров, Д.В.Тимошук* - Опубл. 10.12.2010. - Бюл. №23.

АНАЛИЗ РАБОТЫ ВЕТРОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ЗАРЯДНОГО АГРЕГАТА

В.Я. Жарков, В.И. Жоров, С.В. Жоров, Д.В.Тимошук

Аннотация – предлагается схема, обеспечивающая максимальное использование энергии ветра при работе ветродвигателя на аккумулятор.

ANALYSIS OF THE UNIT CHARGER WIND POWER

V. Zharkov, V. Zhorov, S. Zhorov, D. Timoshuk

Summary

Proposed scheme provides the maximum utilization of wind turbine at work on the accumulator.