

Среди электромагнитных потерь в статоре выделим электрические потери в обмотке статора:  $\Delta P_{MI} = 3I_{ф.дв}^2 R_1$  и потери в стали статора  $\Delta P_{c1}$  на гистерезис и вихревые токи.

Оставшаяся мощность – электромагнитная  $P_{ЭМ} = P_1 - \Delta P_{MI} - \Delta P_{c1}$  передается ротору через воздушный зазор. Мощность, получаемая ротором, частично расходуется на покрытие потерь в роторе ( $\Delta P_{M2}$ ), оставшаяся часть  $P_2''$  передается ротору:

$$P_{ЭМ} = P_2'' + \Delta P_{M2}. \quad (4)$$

Помимо потерь в меди, обратим внимание и на потери в стали ротора  $\Delta P_{c2}$ , которые с учетом того, что сердечник ротора при работе АД перемагничивается с малой частотой  $f_2 = sf_1$ , пропорциональной скольжению  $s$ , являются относительно небольшими (на диаграмме рис.2 они не показаны).

Отметим, что не вся мощность  $P_2''$  является полезной, поскольку часть ее расходуется на покрытие механических потерь  $\Delta P_{мех}$  от трения в подшипниках и вращающихся частей машины о воздух, а также добавочных потерь  $\Delta P_{доб}$  от пульсаций потока вследствие зубчатости статора и ротора, трудно поддающихся учету. Оставшаяся часть

$$P_2' = P_2'' - \Delta P_{мех} - \Delta P_{доб} \quad (5)$$

также не является полезной в полной мере ввиду наличия непроизводительных потерь механической мощности в передаче и собственно в ИО. Величина собственно полезной мощности

$$P_2 = P_2' - \Delta P_{мп} \quad (6)$$

и определяет энергетическую эффективность электромеханического преобразования энергии по диаграмме рис.1.

Анализируя выражения (1) – (6), можно определить основные группы мероприятий, реализация которых может привести к повышению энергетической эффективности, которые могут быть разделены на вопросы, решаемые на этапе проектирования или модернизации системы, и вопросы, реализуемые после пуска системы

1) Мероприятия, направленные на снижение потерь в первичной по отношению к двигателю цепи (например, выбор ПЭ, сечения линии, меры по снижению полного потребляемого тока и др.);

2) Мероприятия, направленные на снижение потерь в двигателе, связанные с оптимизацией режимов его работы (совершенствование алгоритма управления ПЭ и АД);

3) Мероприятия по выбору параметров механической части.

#### Перечень ссылок

1. Ильинский Н.Ф. Электропривод: энерго- и ресурсосбережение: [учеб. пособие для студ. высш. учеб. Заведений] / Н.Ф. Ильинский, В.В. Москаленко. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 208 с.

УДК 620.92

### ПРИСАДИБНА ВІТРОЕНЕРГОУСТАНОВКА

**Лучанінов В.Ю., член МАН; Власенко А.В., студент; Жарков В.Я., к.т.н., доцент**  
(Таврійський державний агротехнологічний університет, Мелітополь, Україна)

Вітроенергетика - це галузь, що має один з самих високих темпів розвитку. Лідерами світової вітроенергетики за даними 2009 року є США, Китай, Німеччина, Іспанія, Індія. Загальна потужність світової вітроенергетики в 2009 р. досягла 159 ГВт в порівнянні із 120 ГВт в 2008 р., а виробництво вітрової електроенергії в 2009 р. склало 340 млрд. кВт.год.

Зокрема частка вітроенергетики в електропостачанні становить: в Данії - 20%; в Португалії - 15%; в Іспанії - 14%; в Німеччині - 9%.

Темпи зростання вітроенергетики в 2009 році склали 31,7%, що є найвищим показником з 2004 року. Продовжується тенденція щодо подвоєння світової потужності вітроенергетичної

галузі кожні три роки. За прогнозом Світової вітроенергетичної асоціації (WWEA) до 2020 р. у світі буде встановлено не менш 1900 ГВт вітроенергетичних потужностей, а до кінця 2030 р. – 4800 ГВт.

Таблиця 1 - Лідери світової вітроенергетики, МВт [1]

Місце у 2009 р	Країна	2009 р.	2008 р.
1	<u>США</u>	31159	25170
2	Китай	26010	12210
3	Німеччина	25777	23 903
4	<u>Іспанія</u>	19149	16754
5	<u>Індія</u>	10925	9645
37	Україна	90	90
Загальна світова потужність, ГВт		<b>159</b>	<b>120</b>

Динамічне зростання вітроенергетичних потужностей за 2009 р. спостерігається і в деяких країнах Східної Європи: Естонія (81,8%), Литва (68%), Угорщина (58,3%), Польща (41,1%), Болгарія (36%), Чехія (27,3%).

Україна, хоча і є лідером з вітроенергетики серед країн СНД, проте займає 37-ме місце в світі, і за останні роки в цій галузі практично нічого не змінила.

Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки передбачає: зменшити на 15—20 відсотків обсяг використання природних ресурсів (води, корисних копалин, атмосферного повітря тощо) за рахунок зменшення обсягу споживання паливно-енергетичних ресурсів; забезпечити зменшення на 15—20 відсотків обсягу викидів забруднювальних речовин [1]. Проте наша держава лише декларує підтримку вітроенергетики, але практично нічого для цього не робить. Є гарні Закони, але вони не працюють. Так, відповідно до статті 171 Закону України «Про електроенергетику» встановлено «зелений» тариф на ВНЕ. Проте в Україні заборонений продаж енергії від приватних вітряків та сонячних батарей фізичним та юридичним особам або у загальну мережу. Є інформація про «наїзд» податкової служби на власників ВЕУ, хоча чинним законодавством не передбачено справляння яких-небудь платежів за використання енергії вітру, зокрема для виробництва електричної енергії вітровими електростанціями. І все ж вітроенергетика в Україні займає друге місце серед альтернативних джерел енергії, значно поступаючись біопаливній індустрії (особливо твердому біопаливу).

На наш погляд, окрім розвитку комерційної вітроенергетики, в Україні є необхідність розвивати некомерційну: для фермера, для домогосподарства, для дачі. Якщо держава не може забезпечити фермерів «зеленою» енергетикою, то принаймні хай не заважає.

Після проведення розрахунків [2]. ми також вирішили побудувати власну присадибну ВЕУ. В якості аналогу ми взяли вітродвигун Д18, за створення якого групі спеціалістів була присуджена Сталінська премія за 1949 рік. Що стосується конструктивних рішень, ми виходили з наших можливостей – фінансових і технічних, тому внесли багато спрощень і свої пропозиції. ВЕУ побудована із типових конструктивних елементів і захищена патентом України [3].

Присадибна ВЕУ (рис. 1) містить поворотну головку 1 з вітроколесом 2 на горизонтальному валу 3, хвіст 4, жорстко закріплений на кінці хвостової ферми 5 для установки вітроколеса 2 на вітер, встановленими на вершині гратчастої вежі 6, горизонтальний вал 3 вітроколеса 2 через конічну пару шестерень 7,8 і вертикальний вал 9 кінематично з'єднаний з Т-подібним редуктором 10 відбору потужності з вихідними співвісними валами 11,12. Лопаті 13 закріплені на маточині 14, жорстко з'єднаній з горизонтальним валом 3 вітроколеса 2. Головка 1 закріплена на поворотному крузі 15, що складається із нижнього кільця 16 і верхнього поворотного кільця 17, між якими вільно встановлені кульки 18, нижнє кільце 16 жорстко закріплене на вершині гратчастої вежі 6, а на верхньому, поворотному в горизонтальній площині, кільці 17 закріплена зварна рама, на зварній рамі закріплений редуктор з конічною парою шестерень 7,8.

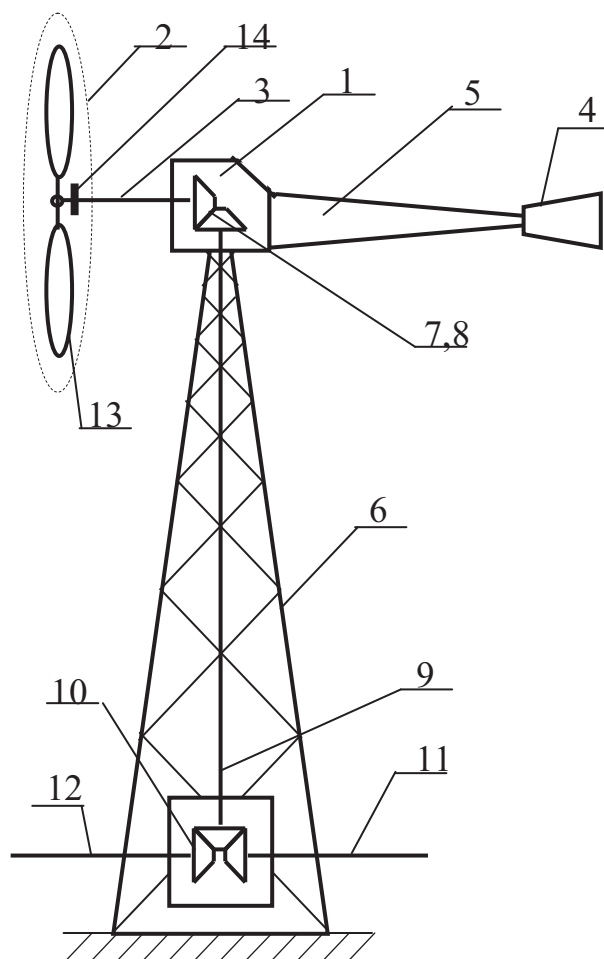


Рисунок 1 – Присадибна ВЕУ

В якості горизонтального валу 3 використана напіввісь заднього мосту автомобіля ГАЗ-53Б з маточиною 14, жорстко закріпленій на кінці напіввісі, з можливістю вільного обертання в підшипниках панчохи, жорстко закріпленій на зварній рамі. Вітроколесо 2 виконане трилопатевим, в якості вежі 6 використана нижня частина опори ЛЕП, наприклад, ЛЕП-154 кВ. Поворотний механізм виконаний в вигляді поворотного круга 15 від двохвісного автотракторного причепа, наприклад причепа 2ПТС-6. В якості Т-подібного редуктора 10 відбору потужності взятий Т-подібний редуктор від мобільного кормороздавача РММ-5,0 з двома співвісними вихідними валами. До вихідних валів Т-подібного редуктора можуть бути приєднані різні робочі машини чи електрогенератор.

ВЕУ працює таким чином. Від вітрового потоку вітроколесо 2 зі своїми лопатями 13, закріпленими на маточині 14, разом з горизонтальним валом 3 обертається і передає обертовий момент через кінематично з'єднані редуктор 19 з конічною парою шестерень 7,8, вертикальний вал 9 і Т-подібний редуктор 10 відбору потужності з вихідними співвісними валами 11,12 до робочих машин (умовно не показані) або генераторів.

При зміні напрямку вітру хвіст 4 разом з хвостовою фермою 5 повертає головку 1, закріплену на верхньому поворотному кільці 17 поворотного круга 15, чим установлює вітроколесо 2 на вітер. Горизонтальний вал 3 в вигляді напіввісі заднього моста автомобіля ГАЗ-53Б з маточиною 14 на кінці вільно обертається в підшипниках панчохи, жорстко закріпленій на зварній рамі.

В Україні сьогодні - близько 30 тис. сільських населених пунктів. Якби в кожному з них побудувати лише по одному вітроагрегату потужністю всього 1 кВт, то отримали б встановлену потужність 30 МВт, тобто третину від всієї Української вітроенергетики, які могли б виробити

30 млн. кВт.год. електроенергії. Це дасть змогу зменшити викиди вуглекислого газу ( $\text{CO}_2$ ) на 30 тис. т щорічно.

#### Перелік посилань

1. Державна цільова економічна програма енергоефективності на 2010—2015 роки. Затверджено постановою Кабінету Міністрів України від 1 березня 2010 року, №243.
2. Лучанінов В.Ю. Проектування та будівництво присадибної ВЕУ/ В.Ю. Лучанінов, О.С. Атрошенко, В.Я. Жарков // Автоматизація технологічних об'єктів та процесів. - Донецьк: ДонНТУ.- 2010.- С.235-237.
3. Патент 54512, Україна МПК (2009) F03D1/00. Присадибна вітроенергоустановка / В.Я.Жарков, Ю.Т. Лучанінов, В.Ю. Лучанінов. - Заявл. 25.05.2010; Опубл. 10.11.2010.- Бюл.№21.

УДК 622.531: 681.5.012

## АНАЛИЗ СПОСОБОВ ОРГАНИЗАЦИИ РАБОТЫ ВОДООТЛИВНЫХ УСТАНОВОК В СООТВЕТСТВИИ С ГРАФИКОМ НАГРУЗКИ НА ЭНЕРГОСИСТЕМУ

**Маренич О.К., студент; Никулин Э.К., к.т.н., с.н.с.**

*(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)*

Угольные пласты Донбасса отличаются значительной глубиной залегания и большой обводненностью. В среднем на 1 т угля, добытого в шахте, приходится  $1 \text{ м}^3$  воды, которая откачивается на поверхность. Поэтому установки главного шахтного водоотлива (ВУ) относятся к оборудованию важнейшего технологического процесса, обеспечивающего функционирование всей угольной отрасли и отличаются высокой энергоемкостью. В качестве приводных на шахтном водоотливе применяются, как правило, асинхронные высоковольтные двигатели большой мощности. Наиболее приемлемым способом управления ВУ является контактная коммутация двигателей посредством высоковольтных комплектных распределительных устройств. Применение технических средств регулирования скорости этих двигателей требует значительных капиталовложений и экономически нецелесообразно. Вместе с тем, учитывая, что шахтные ВУ относятся к электрооборудованию значительной мощности, крайне важно обеспечить наиболее приемлемые экономические показатели их эксплуатации.

Организация работы ВУ в соответствии с графиком нагрузки на энергосистему (ЭС) как правило, предполагает применение метода автоматического предпикового включения. В этом случае управление насосными агрегатами может осуществляться: 1) принудительным включением с последующим регулированием скорости откачки воды; 2) управлением по трем точкам; 3) принудительным включением по времени [1].

*Способ принудительного включения с последующим регулированием скорости откачки воды* заключается в предварительном определении закона изменения объема воды в водосборнике при работающей ВУ (линия  $AB$ , рис. 1). Если совместить конец этой линии с началом периода максимума нагрузки ЭС, то ее ординаты можно считать заданными значениями объема воды в водосборнике во времени в предпиковый период. При достижении фактическим объемом воды объема, заданного линией  $AB$  (точка  $C$ ), предполагается включение ВУ. В результате, водосборник полностью освобождается к началу периода максимума нагрузки. Уравнение линии

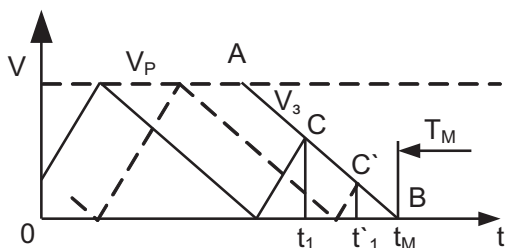


Рисунок 1 – Графики функционирования водоотлива

$AB$ :