

ню з одночасним зменшенням її розбризкування. Одночасно значення коефіцієнта k_e є більшим під час охолодження штабеля зі сторони довгої осі пиломатеріалу. Пояснення такого явища полягає в тому, що на торцевій поверхні знаходиться більша кількість щілин для проходження води в середину штабеля (див. рис. 2, б), ніж на стороні штабеля довгої осі пиломатеріалу.

Під час дослідження процесу охолодження штабелів пиломатеріалу, в яких деревина укладена із зазорами між її шарами (див. рис. 2, а), встановлено, що значення коефіцієнта k_e є меншим, порівняно із штабелями, які укладені без зазорів між шарами деревини (рис. 6). Пояснення цього результату полягає в тому, що наявність зазорів дає змогу значній кількості води надходити в середину штабеля.

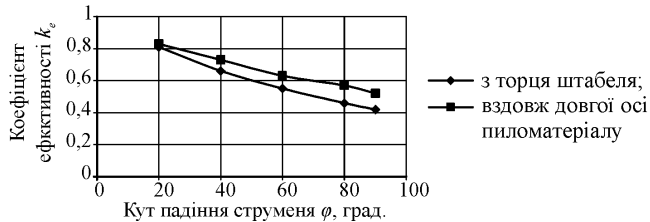


Рис. 6. Вплив кута ϕ подачі суцільного струменя на коефіцієнт k_e ефективності використання води під час охолодження бокових поверхонь штабеля пиломатеріалів, які складені з утворенням зазорів між шарами деревини.

Підсумовуючи отримані результати теоретичних і експериментальних досліджень, можна зробити такі висновки у вигляді рекомендаційного методу охолодження.

Висновки:

1. Для забезпечення якісного охолодження поверхонь штабелів, які розміщені зі сторони фронту пожежі, потрібно виконувати подачу суцільного струменя води під кутом не більше 20° до поверхні штабеля у вигляді коливних маятникових рухів.
2. Охолодження потрібно починати з верхньої частини штабеля і по всій довжині його охолоджувальної сторони, а також враховувати той чинник, що кипіння стікаючої водяної смуги починається на довжині її шляху в межах 0,5...0,8 м.
3. Для кращих умов охолодження потрібно повторно наносити охолоджувальну рідину для захисту поверхні штабеля від загоряння з циклом не більше 5...10 с.

Література

1. Басманов О.С. Теоретичні основи попередження каскадного розповсюдження пожежі в резервуарних парках з нафтопродуктами і підвищення ефективності її ліквідації : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук: спец. 21.06.02 – "Пожежна безпека" / О.С. Басманов – Харків : Вид-во УЦЗ України, 2006. – 36 с.
2. Абрамов Ю.А., Басманов А.Е. Моделирование охлаждения нагревающегося резервуара с нефтепродуктом / Ю.А. Абрамов, А.Е. Басманов // Автомобильный транспорт : сб. науч. тр. – Харьков : Вид-во ХНАДУ. – 2005. – Вып. 17. – С. 96-98.
3. Басманов А.Е. Моделирование струйного охлаждения резервуара / А.Е. Басманов // Научный вестник будівництва : зб. наук. праць. – Харків : Вид-во ХДТУБА. – 2006. – Вып. 35. – С. 205-209.

4. Кутателадзе С.С. Гидродинамика газожидкостных систем / С.С. Кутателадзе, М.А. Стрыкович. – М. : Изд-во "Энергия", 1976. – 296 с.
5. Лабунцов Д.А. Теплообмен при пузырьковом кипении жидкостей / Д.А. Лабунцов // Теплоэнергетика : сб. науч. тр. – 1959. – № 12. – С. 19-26.

Надійшла до редакції 29.08.2016 р.

Коваль А.М. Эффективность использования воды для защиты от нагрева штабелей при пожаре на открытых складах лесоматериалов

Для определения эффективности использования воды для защиты от нагрева штабелей при пожаре на открытых складах лесоматериалов проведены экспериментальные исследования этого процесса. Исследования выполнены при различных углах направления подачи пожарным стволом типа Б сплошной струи к охлаждающей поверхности штабеля. Уяснено, что для обеспечения качественного охлаждения поверхности штабелей, расположенных со стороны фронта пожара, необходимо выполнять подачу сплошной струи воды под углом не более 20° к поверхности штабеля в виде колеблющихся маятниковых движений. Для лучших условий охлаждения необходимо повторно наносить охлаждающую жидкость для защиты поверхности штабеля от возгорания с циклом не более 5... 10 с.

Ключевые слова: пожар, штабель лесоматериалов, экспериментальные исследования, пожарный ствол, сплошной поток воды.

Koval O.M. Water Use Efficiency against Heat Stacks Open Fire on Timber Warehouse

To determine the effectiveness of the use of water for protection from heat stacks in a fire on the open storage timber experimental studies have been carried out in this process. Investigations were carried out at different angles of the direction of feed the fire barrel type B continuous stream to the cooling surface of the stack. The results showed that for quality cooling surfaces piles arranged by the fire front, it is necessary to perform a continuous supply of water jets at an angle of less than 20° to the surface of the stack in the form of oscillating pendulum movements. For the best cooling conditions need to re-apply the cooling liquid for surface protection against fire stack with the cycle of not more than 5... 10 seconds.

Keywords: fire, stack wood, experimental study, fire barrel, a continuous flow of water.

УДК 004.942

ДОСЛІДЖЕННЯ РЕЖИМІВ УПРАВЛІННЯ ЕНЕРГОДИНАМІЧНИМИ ПРОЦЕСАМИ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЗА НАЯВНОСТІ АКУМУЛЮВАЛЬНИХ ЕЛЕМЕНТІВ

В.С. Кравчишин¹, М.О. Медиковський², Р.В. Мельник³, О.Б. Шуневич⁴

Обґрунтовано ефективність використання керованих акумуляторних батарей у структурі вітрової електричної станції, з метою підвищення ефективності використання виробленої потужності. Встановлено, що застосування керованих акумуляторних батарей у структурі вітрової електричної станції розширює можливості оптимізації режимів енергоспоживання, а також істотно підвищує ефективність вітроенергетичного обладнання. Використання енергоакумулятивного елемента у структурі вітрової електричної станції забезпечує пом'якшення перехідних енергодинамічних процесів у періоди критичних погодних умов (в умовах недостатньої або надлишкової швидкості вітру) та навантажень споживачів.

Ключові слова: вітрова електрична станція, акумуляторна батарея, структура ВЕС.

¹ аспір. В.С. Кравчишин – НУ "Львівська політехніка";
² проф. М.О. Медиковський, д-р техн. наук – НУ "Львівська політехніка";
³ студ. Р.В. Мельник – НУ "Львівська політехніка";
⁴ підприємець О.Б. Шуневич, канд. техн. наук

Вступ. Задля забезпечення потреб в електричній енергії, зменшення негативного впливу на навколишнє середовище традиційного енерговиробництва протягом кількох останніх десятиліть провідні країни світу працюють над поступовим заміщенням традиційних джерел енергії відновлювальними [1].

Вітроенергетика є галуззю відновлювальної енергетики, що стрімко розвивається. Поряд з великою кількістю переваг, які досягаються впровадженням вітрових електричних станцій (ВЕС), вони мають один істотний недолік, який пов'язаний з імовірнісною природою вітру. Задля вирішення проблеми забезпечення потреб споживачів у періоди несприятливих погодних умов (коли швидкість вітру є меншою за стартову швидкість окремих вітрових електроустановок або більшою за максимально допустиму швидкість вітру) доцільно додати у структуру вітрової електричної станції енергоакумулявальний елемент, який дасть змогу синхронізувати вироблену потужність та навантаження споживачів.

Задачу ефективного використання акумуляторної батареї (АБ) у структурі вітрової електростанції на прикладі автономних ВЕС розглянуто у працях таких науковців: Б.В. Лукутин, Е.Б. Шандарова, О.А. Суржикова, С.В. Жарков [2-5]. Задля ефективного використання АБ потрібно зрозуміти принцип її дії та природу процесів, які в ній відбуваються на всіх етапах експлуатації.

Метою роботи є дослідження методів інтеграції енергоакумулявальних елементів у структуру вітрової електричної станції, розроблення структури ВЕС, а також алгоритму керівного блоку вітрової електричної станції, для забезпечення стабільності її роботи, рівномірності спрацювання окремих вітроустановок ВЕС, та забезпечення навантаження споживачів у повному обсязі.

Завдання дослідження. Визначення особливостей застосування акумуляторних батарей у структурі вітрової електричної станції, допустимих типів АБ, переваг і недоліків їх використання, а також обґрунтування доцільності використання АБ у структурі ВЕС є актуальними науковими задачами.

Оскільки швидкість вітру є імовірнісною характеристикою, в умовах експлуатації дуже складно забезпечити стабільність роботи окремих вітрових електроустановок (ВЕУ) та вітрової електричної станції (ВЕС) загалом. Тому задача зменшення впливу параметрів вітру на роботу станції та підвищення ефективності використання окремих ВЕУ шляхом додавання у структуру енергетичної системи акумулявального елемента є актуальною науковою задачею

Методи дослідження. Ймовірнісний характер параметрів вітру (швидкість, напрямок, енергетичний потенціал) зумовлює низку динамічних обмежень на використання активної енергії, виробленої вітровою електричною станцією. Залежно від швидкості вітру вітрова станція може повністю забезпечувати навантаження споживачів, працювати з виробленням надлишку енергії, чи не забезпечувати навантаження споживачів, навіть працюючи на максимальну потужність (у періоди низької швидкості вітру).

Задля підвищення енергетичної стабільності системи та підвищення ефективності використання вітроенергетичних установок потрібно ввести у систему енергоакумулявальний елемент, який дав би змогу пом'якшити перехідні енергодинамічні процеси у періоди критичних погодних умов (в умовах недостатньої або надлишкової швидкості вітру) і навантажень споживачів. Структуру

вітрової електроенергетичної системи з використанням акумулявального елемента подана на рис. 1.

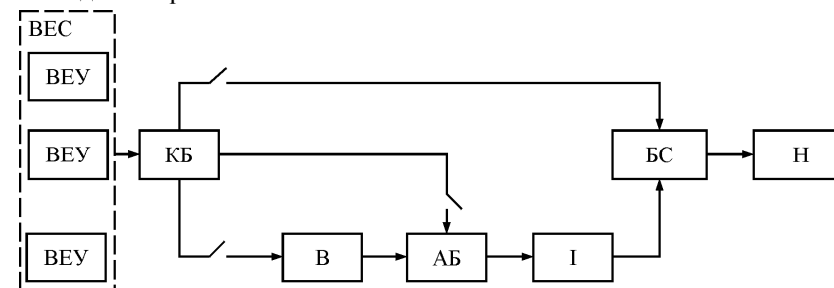


Рис. 1. Структурна схема роботи вітрової електростанції з використанням акумулявального елемента: ВЕУ – вітрова електрична установка; ВЕС – вітрова електрична станція; КБ – керівний блок; В – випрямляч, який призначений для перетворення змінного струму в постійний; АБ – акумулявальний блок; І – інвертор, призначений для перетворення постійного струму в змінний; БС – блок синхронізації; Н – навантаження

Така структура дає змогу підвищити ефективність використання вітрового потенціалу та вітрової електричної станції загалом. У схемі враховано невизначеності, пов'язані з ймовірнісною природою вітру. Керівний блок (або система управління) забезпечує розподіл виробленого струму, враховуючи такі параметри: величина виробленої енергії та навантаження споживачів, поточна швидкість вітру та прогнозована на короткий період часу, активний склад вітропарку, номінальна потужність активного складу ВЕС, сукупна оцінка технічного стану задіяних ВЕУ, заряд акумуляторної батареї. Якщо вітрова електрична станція у певний проміжок часу виробляє кількість енергії, яка є більшою, ніж навантаження, доцільним є її акумулявання, з метою зменшення втрат корисної електричної енергії. Керівний блок повинен миттєво реагувати на будь-які істотні зміни, які можуть бути зумовлені зміною енергетичних потреб чи будь-якими характеристиками, які впливають на роботу ВЕС. Так, у разі зменшення сукупної потужності вітропарку, коли її недостатньо для забезпечення навантаження споживачів, доцільно задіяти енергію, закумуляовану в батареях (АБ), з метою уникнення провалів графіка електричного навантаження. Використання АБ у зв'язі з ВЕС дасть змогу істотно покращити стабільність роботи та забезпечити повне або частково покриття потреб споживачів у періоди несприятливих умов, технічних несправностей окремих ВЕУ чи істотній зміні потреб споживачів. Система управління (або керівний блок) має також моніторити активний заряд акумуляторної батареї, не допускати досягнення критичних значень ємності (нижче мінімально допустимого та вище максимально допустимого значення).

Зміна активного складу вітрової електричної станції – трудомісткий процес, який потребує додаткових ресурсів і часу. Енергоакумулявальний елемент [6] (акумуляторна батарея – АБ) забезпечує покриття пікових значень навантаження без зміни задіяних вітроустановок, цим також забезпечується зменшення кількості поломок ВЕУ, які можуть бути спричинені постійними механічними та програмними змінами стану окремих ВЕУ.

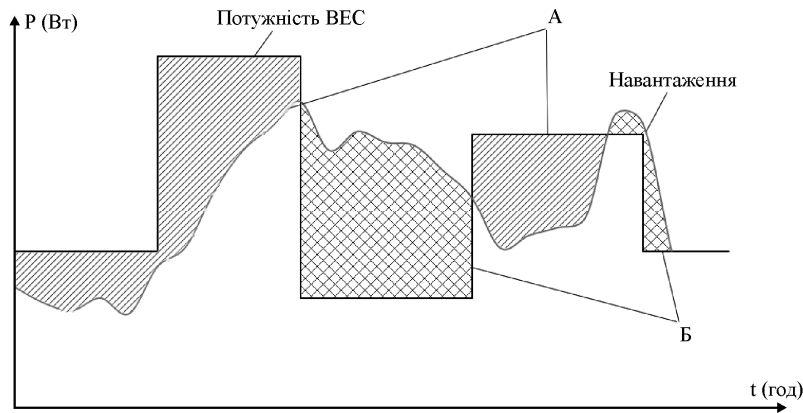


Рис. 2. Графік динаміки роботи автономної ВЕС

На рис. 2 схематично відображено динаміку вироблення електричної енергії вітровою електричною станцією, залежно від навантаження на систему, задля забезпечення потреб споживачів.

З метою забезпечення ефективного використання вітрових електричних установок станції, а також збільшення терміну їх експлуатації, доцільним є зменшення кількості змін активного складу ВЕС [7, 8], тобто зміни стану окремих ВЕУ. За таких умов в деякі проміжки часу, як можна бачити з графіка (дані проміжки часу зображено літерою А), потужність ВЕС може бути значно більшою, ніж навантаження. Проте існують часові інтервали, в яких потужність ВЕС не здатна покривати потреби споживачів (дані проміжки часу зображено літерою Б). Це може бути зумовлено низкою причин: зменшенням або різким збільшенням швидкості вітру, виходом з ладу окремих ВЕУ, плановим ремонтом. Тому задля ефективного використання виробленої вітровою електричною станцією енергії, задля зменшення енергетичних втрат, а також мінімізації наслідків незабезпечення навантаження споживачів, доцільно ввести в систему енергоакумулявальний компонент, який дасть змогу акумулювати частину енергії в часових інтервалах, аналогічних А, та використовувати її в часові інтервали Б. Це забезпечить ефективне використання ресурсів ВЕС, а також потреби споживачів у несприятливі періоди роботи.

Використання акумулявального блоку ускладнює управління ВЕС загалом, оскільки потребує алгоритму аналізу більшої кількості критеріїв.

В узагальненому випадку кількість енергії, яку може нагромадити акумулятор в часовому інтервалі $[t_0, t_1]$, дорівнює площі S_1 та визначається за формулою

$$P_{зар} = (P_2 - P_0)(t_1 - t_0) - \int_{t_0}^{t_1} f(x)dx \quad (1)$$

де: P_0, t_0 – дорівнюють 0; $P_{зар}$ – енергетична ємність, яку отримає акумуляторна батарея при заряді; P_1 максимальна отримана кількість енергії на даному часовому інтервалі $[t_0, t_1]$; $f(x)$ – функція, яка описує графік навантаження.

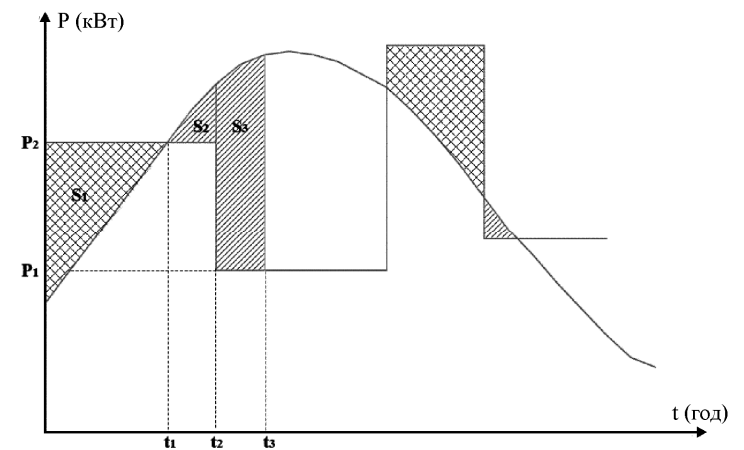


Рис. 3. Динаміка генерації ВЕС з використанням акумуляторної батареї

З рис. 3 видно, що на часовому інтервалі $[t_1, t_3]$ – акумулятор віддає свою енергію, оскільки потужностей вітрової електричної станції в даний інтервал часу недостатньо для забезпечення навантаження:

$$P_p = S_2 + S_3 = P_{p1} + P_{p2}, \text{ де} \quad (2)$$

$$P_{p1} = \int_{t_1}^{t_2} f(x)dx - (P_2 - P_0) \cdot (t_2 - t_1), \quad (3)$$

$$P_{p2} = \int_{t_2}^{t_3} f(x)dx - (P_1 - P_0) \cdot (t_3 - t_2). \quad (4)$$

У спрощеному випадку, коли можна знехтувати енергетичними втратами від простою акумуляторної батареї, зменшенням корисної ємності акумулятора і т. ін., кількість енергії, яку може віддати акумуляторна батарея, буде меншою або рівною енергетичній ємності акумулятора, тобто:

$$P_{зар} \leq P_p, \quad S_1 \leq S_2 + S_3. \quad (5)$$

Є дві основні задачі, які розв'язують за допомогою використання акумуляторної батареї у складі вітрової електричної станції:

1. Задоволення навантаження споживачів у періоди несприятливих погодних умов (рис. 4).
2. Мінімізація перемикачів складу вітрової електричної станції з метою збільшення періоду експлуатації ВЕС та покращення технічного стану окремих ВЕУ (рис. 5).

Алгоритм роботи керівного блоку. Визначити момент перемикачів активного складу вітрової електричної станції. Отримати значення потужності P_i вітрової електричної станції у момент часу t_i на інтервалі часу $[0; t]$.

Визначити поточну енергетичну ємність акумуляторної батареї. Енергетична ємність – це енергія, що віддається зарядженим акумулятором при розряді до найменшої допустимої напруги.

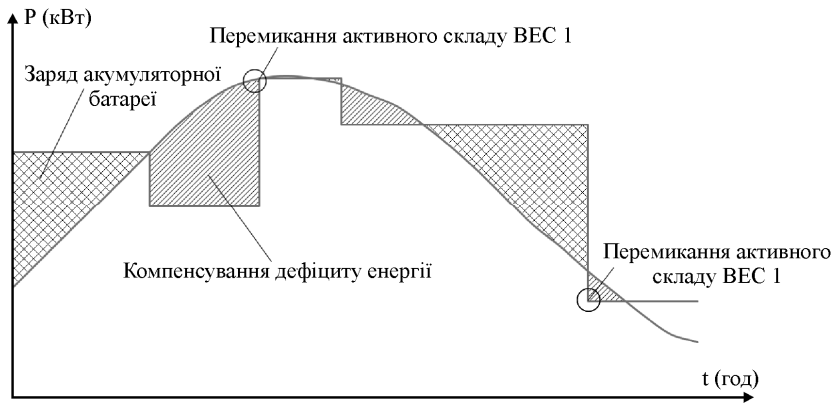


Рис. 4. Динаміка генерації ВЕС з використанням акумуляторної батареї з метою забезпечення навантаження споживачів

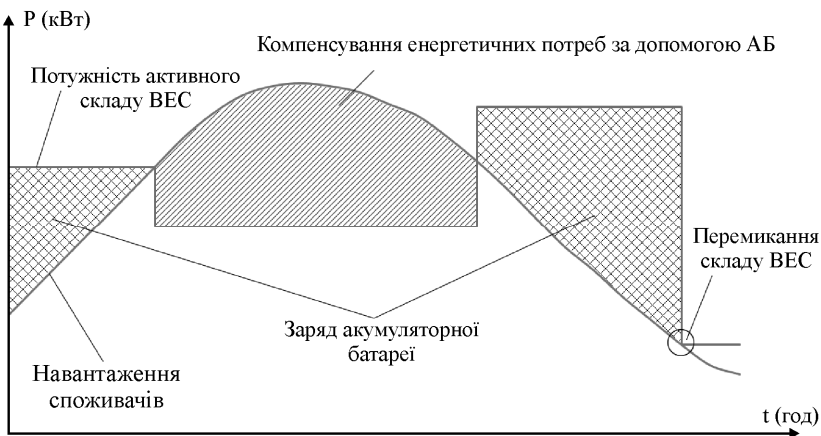


Рис. 5. Динаміка генерації ВЕС з використанням акумуляторної батареї з метою мінімізації переключень складу вітрової електростанції

Далі здійснюється верифікація відповідності одному з визначених правил та виконання послідовності дій, вказаних у цьому правилі:

1. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i \geq P_n$, $P_i > 0$, а $Q_i = Q_{max}$, де: P_n – навантаження споживачів, Q_i – енергетична ємність акумуляторної батареї в момент часу t_i , а Q_{max} – максимально допустиме значення енергетичної ємності акумуляторної батареї, тоді керівний блок вмикає живлення тільки навантаження споживачів.
2. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i > P_n$, $P_n > 0$ а $0 \leq Q_i < Q_{max}$, тоді керівний блок вмикає живлення навантаження споживачів і акумуляторної батареї, при цьому більш пріоритетним є забезпечення навантаження споживачів.
3. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i > P_n$, $P_n = 0$, а $0 \leq Q_i < Q_{max}$, тоді керівний блок вмикає живлення тільки акумуляторної батареї, при цьому, якщо $P_i > Q_i$, енергія $P_i - Q_i$ залишається незадіяною.

4. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i < P_n$, $P_i > 0$, $0 < Q_i \leq Q_{max}$, тоді керівний блок вмикає живлення навантаження споживачів засобами ВЕС та від акумуляторної батареї.
5. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i < P_n$, $P_i > 0$, $Q_i = 0$, тоді керівний блок вмикає живлення навантаження споживачів тільки засобами ВЕС.
6. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i < P_n$, $P_i = 0$, $0 < Q_i \leq Q_{max}$, тоді керівний блок вмикає живлення навантаження споживачів від акумуляторної батареї. При цьому, якщо $Q_i \geq P_n$, навантаження споживачів забезпечується в повному обсязі, а у випадку коли $Q_i < P_n$, до $Q_i = 0$
7. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i = 0$, $P_n > 0$, а акумуляторна батарея повністю розряджена, тобто енергетична ємність дорівнює нулю, $Q_i = 0$, тоді керівний блок сигналізує про неможливість ВЕС забезпечити навантаження споживачів у жодному обсязі. Причиною можуть бути різного роду несправності ВЕС, що спричиняють зупинку роботи станції, недостатньо висока швидкість вітру, для увімкнення ВЕУ в роботу, або ж навпаки – надвисока швидкість вітру, яка спричиняє автоматичне блокування лопатей ВЕУ.
8. Якщо потужність P_i у момент часу t_i , $P_i = P_n = 0$, $Q_i \geq 0$, тоді керівний блок не видає жодних повідомлень.

Висновки. Застосування керованих акумуляторних батарей у структурі вітрової електричної станції істотно підвищує ефективність енергетичного обладнання, розширює можливості оптимізації режимів енергоспоживання.

Одночасно використання акумуляторної батареї у структурі вітрової електричної станції дає змогу пом'якшити перехідні енергодинамічні процеси в періоди критичних погодних умов та навантажень споживачів.

Отримані результати забезпечують можливості визначення структури та режими роботи вітрової електричної станції за наявності керованої акумуляторної батареї.

Література

1. Стоян О.Ю. Міжнародний досвід державного регулювання та стимулювання розвитку відновлювальної енергетики / О.Ю. Стоян // Вісник Чернігівського державного технологічного університету. – Сер.: Економічні науки. – 2014. – № 4. – С. 320-326. [Електронний ресурс]. – Доступний з http://nbuv.gov.ua/j-pdf/Vcndtue_2014_4_49.pdf.
2. Лукутин Б.В. Энергоэффективные методы построения атомных ветроэнергетических установок / Б.В. Лукутин, Е.Б. Шандарова // Энергетика: экология, надежность, безопасность : матер. док. XV Всеросс. науч.-техн. конф., 9-11 декабря 2009 г., Томск / Томский политехнический университет (ТПУ) и др.; под ред. В.В. Литвака. – Томск : Изд-во ТПУ, 2009. – С. 23-25.
3. Шандарова Е.Б. Ветроэлектростанция с регулируемой ёмкостью акумуляторной батареи / Е.Б. Шандарова // Электроэнергия: от получения и распределения до эффективного использования : матер. Всеросс. науч.-техн. конф., 12-14 мая 2008 г., Томск / Томский политехнический ун-тет. – Томск : Изд-во ТПУ, 2008. – С. 128-130.
4. Ветроэнергетика. Руководство по применению ветроустановок малой и средней мощности / под ред. В.М. Каргиева. – М. : Изд-во "Интерсоларцентр", 2001.
5. Лукутин Б.В. Возобновляемая энергетика в децентрализованном электроснабжении / Б.В. Лукутин. – М. : Изд-во "Энергоатомиздат", 2008. – 346 с.
6. "Can Batteries Save Embattled Wind Power?" by Hiroki Yomogita 2008. – 43 p.
7. Медиковський М.О. Виконання цілочисельного програмування для визначення складу вітрової електростанції / М.О. Медиковський, О.Б. Шуневич // Збірник наукових праць Ін-ту проблем моделювання в енергетиці ім. Г.Є. Пухова НАН України. – К. : Вид-во ІПМЕ ім. Г.Є. Пухова НАН України. – 2010. – Вип. 57. – С. 230-233.

8. Медиковський М.О. Застосування динамічного програмування для задачі рівномірного використання вітрових електроустановок / М.О. Медиковський, В.М. Теслюк, О.Б. Шуневич // Технічна електродинаміка : зб. наук. праць. – 2014. – № 4. – С. 135-137.

Надійшла до редакції 26.10.2016 р.

Кравчишин В.С., Медиковський М.О., Мельник Р.В., Шуневич О.Б. Исследование режимов управления энергодинамическими процессами в системах электроснабжения при наличии аккумулирующих элементов

Обоснована ефективність використання управляємых аккумуляторных батарей в структуре ветровой электрической станции, с целью повышения эффективности использования производимой мощности. Установлено, что применение управляемых аккумуляторных батарей в структуре ветровой электростанции расширяет возможности оптимизации режимов энергопотребления, а также существенно повышает эффективность ветроэнергетического оборудования. Использование энергоаккумулирующего элемента в структуре ветровой электростанции обеспечивает смягчение переходных энергодинамических процессов в периоды критических погодных условий (в условиях недостаточной или избыточной скорости ветра) и нагрузок потребителей.

Ключевые слова: ветровая электрическая станция, аккумуляторная батарея, структура ВЭС.

Kravchyshyn V.S., Medykovsky M.O., Melnyk R.V., Shunevych O.B. The Research of Modes of Control of Energy-dynamic Processes in Electricity Supply Systems Using Accumulator Batteries

The efficiency of using accumulator batteries in wind power plant structure for increasing the efficiency of using of generated power is substantiated. Using controlled accumulator batteries in the wind power plant structure significantly expands possibilities of optimization of electricity supply modes and increases the efficiency of power equipment. Using of energy-accumulating element in wind power plant structure allows softening the transition energy-dynamic process during critical weather conditions (where wind speed is critically low or high) and critical consumer loads.

Keywords: wind power station, accumulator battery, wind power station structure.

УДК 621.9.025.7

ТОРЦОВЫЕ РЕЖУЩИЕ И РЕЖУЩЕ-ДЕФОРМИРУЮЩИЕ ФРЕЗЫ С БОКОВЫМИ МНОГОГРАННЫМИ НЕПЕРЕТАЧИВАЕМЫМИ ПЛАСТИНАМИ

В.А. Настасенко¹

Рассмотрены сборные торцовые фрезы с боковым креплением стандартных многогранных неперетачиваемых пластин (МНП) и показаны их недостатки – значительный радиус сопряжения боковых граней на вершинах ($r \geq 0,2$ мм), что ограничивает их применение для черновой обработки с большой толщиной срезаемого слоя. Предложено устранить указанный недостаток дополнительной заточки на вершинах МНП лысок или дуговых выемок, уменьшающих этот радиус до $r \leq 0,01$ мм, что обеспечивает возможность их применения для чистовой обработки. На этой базе создан новый вид пластин – боковые многогранные неперетачиваемые пластины (БМНП) и новые конструкции торцовых фрез, в т.ч. для комбинированной чистовой обработки резанием и пластическим деформированием.

Ключевые слова: многогранные неперетачиваемые пластины, сборные торцовые фрезы.

¹ проф. В.А. Настасенко, канд. техн. наук – Херсонская государственная морская академия

Актуальность и практическая значимость работы. В настоящее время сборные режущие инструменты с механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин (МНП) из твердых сплавов относятся к наиболее прогрессивным видам. Среди торцовых фрез наиболее широко применяются конструкции с радиальной установкой МНП [1], однако тангенциальная и боковая установки [2] имеют ряд преимуществ: 1) большую толщину пластин в направлении действия сил резания; 2) большую жесткость пластин и фрезы, 3) удобство установки и крепления МНП, что позволяет повысить режимы резания. Таким образом, усовершенствование торцовых фрез, в т.ч. за счет перехода к схемам тангенциальной и боковой установок и крепления МНП, является важной и актуальной задачей, поскольку улучшает технико-экономические показатели фрезерования и расширяет технологические возможности применения фрез.

Анализ состояния проблемы, выбор цели и задач работы. Среди многих исполнений сборных торцовых фрез с механическим креплением стандартных МНП (ГОСТ 19043-80...ГОСТ 19081-80) [1], базовой принята конструкция Сестрорецкого инструментального завода (рис. 1).

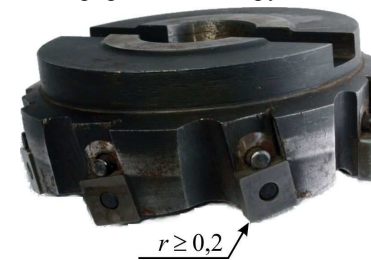


Рис. 1. Сборная черновая торцовая фреза Сестрорецкого инструментального завода с боковым механическим креплением многогранных неперетачиваемых пластин

Фреза предназначена для обработки уступов, поэтому в рамках схем установки пластин, приведенных на рис. 2; а-в, она реализует тангенциальную схему. Однако простое применение стандартных МНП возможно лишь при их радиальной установке, так как при тангенциальной и боковой – возникают проблемы срезания корня стружки, связанные с наличием переходных радиусных участков $r = 0,2...2,4$ мм, выполненных на вершинах пластин (рис. 2. г), увеличение которых целесообразно, поскольку повышает стойкость пресс-форм для изготовления МНП.

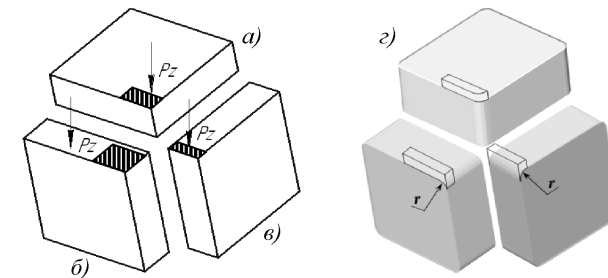


Рис. 2. Взаимосвязь схем установки режущих пластин, связанная с гранями куба: а) радиальная; б) тангенциальная; в) боковая; г) варианты установки стандартных МНП по трем плоскостям куба