

## **EKONOMICKÉ ASPEKTY REALIZÁCIE AUTOMATICKÝCH NABÍJAČIEK ELEKTRICKÝCH VOZIDIEL NA ZÁKLADE BEY**

\*/

V. Budko, kandidát technických vied, odborný asistent, S. Kudria, člen korešpondenta NAS Ukrajiny, doktor technických vied, profesor, S. Voitk®, doktor ekonomických vied, profesor, O. Trofymenko<sup>1</sup>, kandidát ekonomických vied, odborný asistent.

Analyzované boli objemy výroby elektriny na Ukrajine za posledný rok, ako aj dynamika rastu spotreby elektrickej energie v porovnaní s predchádzajúcim rokom. Berie sa do úvahy súčasný stav rozvoja objektov obnoviteľnej energie na Ukrajine a je potrebné poznamenať, že za výrazným nárastom fotovoltaických a veterných elektrární sú najvyššie koeficienty „zelenej tarify“, ktoré platia pre predaj čistej energie. Ukazuje sa, že rýchlosti zvyšovania kapacít veterných elektrární sú výrazne nižšie ako fotoelektrické stanice. Je potrebné poznamenať, že veterný energetický potenciál Ukrajiny výrazne prevyšuje energetický potenciál slnečného žiarenia. S prihliadnutím na rýchlo rastúcu dynamiku rastu elektrických vozidiel na Ukrajine je opodstatnená potreba urýchliť využitie energetického potenciálu ukrajinského vetra prostredníctvom implementácie autonómnych nabíjajúcich staníc elektrických vozidiel s veternými turbínami. Uvažuje sa s dynamikou poklesu indexu nákladov na veterné elektrárne a lítium-iónové batérie. Stanovujú sa základné investície do realizácie systému autonómnej nabíjacej stanice elektromotora s veternými elektrárnami a akumulátormi energie. Na základe analýzy sezónneho charakteru zmeny vo výrobe veterných elektrární, ako aj tarifnej politiky predaja elektrickej energie za poplatok pre elektrické vozidlá sa stanovilo, že doba návratnosti pre predaj autonómnej

nabíjacej stanice tohto typu môže byť od 9-10 do 19-20 rokov. Je potrebné poznamenať, že index zaručenej náplne elektrického vozidla bude maximálny, iba ak je rozdelenie rýchlosti vetra rovnomerne rozložené v priebehu roka. Ref. 8, obr. 4.

**Kľúčové slová:** veterná turbína, autonómna nabíjacia stanica, elektrické vozidlo, vyrovnávacia batéria.

Zoznam použitých symbolov a skratiek:

OZE - obnoviteľné zdroje energie;

A3CEM - autonómna nabíjacia stanica pre elektrické automobily;

UES - integrovaný energetický systém;

BEY - veterná elektrárňa;

Účinnosť - efektívnosť;

АБ - nabíjateľná batéria;

EM - elektromobil.

Úvod. Výroba elektriny v roku 2018 na Ukrajine predstavovala 146,11 miliárd kWh. Na celkovej výrobe elektriny bolo z obnoviteľných zdrojov energie vyrobených 1,9% (2,78 miliárd kWh) a jej podiel na nákladoch bol 8,61% [1]. Za posledný rok nedošlo k nijakým výrazným zmenám. Iba objem

výroby elektriny sa v porovnaní s rokom 2017 zvýšil o 2,7%, avšak pomer spotreby domácností a priemyslu sa nezmenil.

### Obr. 1. Dynamika rastu kapacity obnoviteľných zdrojov energie na Ukrajine

Obnoviteľný zdroj energie postupne zvyšuje svoj podiel na celkovej energetickej bilancii krajiny, o čom svedčí dynamika zvyšovania kapacity OZE (obr. 1) [2]. Konkrétne v roku 2018 bolo zavedených 813 MW novej obnoviteľnej kapacity, z ktorej hlavný podiel pripadá na solárnu (716 MW) a veternú (68 MW). Kapacita ďalších druhov obnoviteľnej energie zavedených v roku 2018 bola 29 MW. Významné rýchlosti rastu zariadení na solárnu energiu sa v prvom rade vysvetľujú najvyšším zeleným colným koeficientom, ktorý ich robí ekonomicky najatraktívnejšími pre investorov. Fotoelektrický potenciál slnečnej energie je však 2,95 milióna ton nášho letopočtu. významne nižší ako energetický potenciál vetra v 15 miliónoch ton nášho letopočtu [3]. To zase naznačuje podcenenie veternej energie, čo môže výrazne zvýšiť výrobu čistej elektriny.

Jednou z možností rýchlejšieho rozvoja potenciálu veternej energie a získania dodatočnej výroby čistej energie je teda použitie veterných turbín na nabíjanie rôznych typov elektrických vozidiel (plne elektrických aj hybridných, ktoré je možné nabíjať). Tento príspevok sa zaoberá ekonomickými otázkami využívania veternej energie pri využívaní veterných turbín ako súčasti autonómnej nabíjacej stanice pre elektrické vozidlá (A3CEM).

Účelom tejto práce je zistiť ekonomickú uskutočniteľnosť rozšírenia využitia potenciálu veternej energie pomocou autonómnych nabíjacích staníc veterných turbín ako hlavných výrobcov elektrickej energie na nabíjanie elektrických vozidiel.

Štatistiky ukazujú [4], že trh s elektrickými vozidlami na Ukrajine naďalej rýchlo rastie. K 1. novembru 2018 je na Ukrajine už viac ako 11,5 tisíc elektrických vozidiel (obr. 2), viac ako 9,5 tisíc čisto elektrických (BEV) a viac ako 2 tisíc nabíjateľných hybridov (PHEV), zatiaľ čo v roku 2014 ich bolo iba 95. Ukrajina má dnes už viac ako 2 000 nabíjacích staníc, ale takmer všetky sú pripojené k integrovanému energetickému systému krajiny (UES). Rast výkonných samostatných nabíjacích staníc pre elektrické vozidlá (od 100 kW a viac) a ich počet môže viesť k významnému vplyvu na prevádzku UES na Ukrajine.

### Obr. 2. Distribúcia trhu s elektrickými vozidlami na Ukrajine

Pre výpočty budeme akceptovať priemernú spotrebu elektrickej energie jedným elektromobilom na úrovni okolo 80 kWh denne (okolo 30 MWh ročne). Do výpočtu zahrnieme aj technické a ekonomické charakteristiky rýchlo nabíjacích staníc (technológie Chademo alebo SSC - s režimami rýchleho nabíjania (100 kW za 10 - 30 minút)). Stanovili sme si úlohu znížiť negatívny dopad na prevádzku UES vytvorením autonómnych nabíjacích staníc pre elektrické vozidlá na báze veterných turbín, ktoré budú umiestnené na hlavných cestách dostatočne vzdialených od elektrického vedenia.

Inštalácia A3CEM na základe veterných turbín by mala byť zabezpečená na miestach, kde je súčasný dopyt po elektrických vozidlách na dobíjanie, pri súčasnom zabezpečení podmienok zaručeného nabíjania a pohodlia pre prístup k elektrickým vozidlám. Iba za podmienky maximálnej možnej prevádzky inštalovaného výkonu výrobných a konverzných zariadení je možné dosiahnuť minimálne doby návratnosti nákladov vlastníka nabíjacej stanice na jej projekt, inštaláciu a prevádzku.

Analýza dynamiky nákladov na veterné turbíny [5] ukazuje, že priemerné náklady na 1 kW inštalovaného výkonu sú od roku 2018 asi 1 000 dolárov. USA (obr. 3). Pre výpočty akceptujeme náklady v hodnote 1,0 dolára. USA za 1 W inštalovaného výkonu BEY.

### **Рис. 3. Динаміка індексу вартості вітроелектричних установок**

Očakáva sa, že hlavný objem spotreby energie na A3CEM bude pozorovaný za denného svetla, pretože prevádzka cez deň je oveľa vyššia ako v noci. Z tohto dôvodu poskytuje autonómna nabíjacia stanica pre elektrické vozidlá založené na veterných turbínach vyrovnávaciu batériu, ktorá sa bude nabíjať za prítomnosti vetra. Bez ohľadu na to, kedy elektromobil príde na nabíjanie, musí byť dostatok energie na jeho dobitie. Podľa [3] sa účinnosť najlepších veterných kolies pohybuje v rozmedzí  $0,3 \div 0,35$ . Prijatím účinnosti 0,3 veterných fariem s inštalovaným výkonom v priemere 20 kW ročne, napríklad pre región ako Melitopol, Záporožská oblasť na Ukrajine, s výškou podpory 66 m je možné vygenerovať  $50 \div 60$  MWh elektriny ročne.

Pre výpočet potrebného výkonu zvolte nabíjajúcu stanicu pre dve prípojky s výkonom 100 kW.

V tomto článku budeme predpokladať, že sú splnené nasledujúce predpoklady:

- 1) vlastné potreby A3CEM (osvetlenie atď.) Na úrovni 3 kWh za deň;
- 2) zvyškový náboj AB EM pri príchode elektrického vozidla k nabíjajúcej stanici je 20% z jeho maximálnej hodnoty, tj.  $0,2 \cdot E_{EMAБ}$ , pretože pri nižších zvyškových hodnotách nabitia akumulátora nemusí elektrický automobil dosiahnuť nabíjanie stanica;
- 3) pravdepodobnosť príchodu elektrického vozidla na nabíjajúcu stanicu so zvyškovým nábojom AB EM 80% a viac je 0, pretože nabíjanie elektrického vozidla v rozsahu od  $(0,8 \div 1) \cdot E_{EMAБ}$  sa musí vykonávať v stojí (nezrýchlený) režim nabíjania;
- 4) prebytočná energia vyrovnávacej pamäte AB A3CEM musí byť najmenej 20% menovitej hodnoty, tj.  $k_{3E} = 1,2$ ;
- 5) maximálna hodnota vyrovnávacieho napätia AB E3CEM sa rovná  $[U_A] = 600$  V, podľa [4];
- 6) berieme pre výpočty účinnosť vyrovnávacej batérie rovnajúcu sa 80% ( $\eta_{ABБУФ} = 0,8$ ) a faktor nabitia batérie elektromobilu - rovný 90% ( $\eta_{AB} = 0,9$ ).

V takom prípade by mala byť energia vyrovnávacieho akumulátora na zabezpečenie prevádzky čerpacej stanice s nabitím jedného EM s minimálnym odberom 80 kWh:

Ak potrebujete vygenerovať 137,83 kWh za deň (alebo 50,37 MWh za rok), požadovaný inštalovaný výkon veternej farmy by mal byť asi 20 kW. Zároveň sa za poplatok EM použije 89 kWh za deň alebo

32 485 kWh za rok. Zvyšok (17 885 kWh) sa použije na vlastné potreby spoločnosti A3CEM, ako aj na straty pri premene a prenose energie z veterných turbín na konečného spotrebiteľa.

Ak vezmeme do úvahy náhodný charakter výroby veternej energie ako počas dňa, tak aj zo sezónneho hľadiska, potom je pre letnú sezónu potrebné zvýšiť kapacitu veterných turbín, pretože v týchto mesiacoch roka sú mierne nižšie rýchlosti vetra. To znamená, že v letnom období roka sa inštalovaný výkon veterných turbín potrebný na zabezpečenie denného nabitia elektrického vozidla a vlastných potrieb A3CEM zvýši o 1,5 ÷ 2-krát.

Odhadované náklady na veterné turbíny pre čerpacie stanice s rovnomerným rozdelením rýchlosti vetra (v ideálnom prípade) budú:

Okrem nákladov na veterné turbíny je potrebné vziať do úvahy aj náklady na nabíjačky a batérie. Podľa [6] sú znížené náklady na zariadenie rýchleho nabíjania 200 USD / kW alebo 5 600 UAH / kW. Podľa toho možno nabíjaciu stanicu s výkonom 100 kW odhadnúť na 20 000 dolárov, teda 560 000 UAH.

Analýza dynamiky nákladov na lítiové batérie v období rokov 2010 až 2017 vrátane ukazuje stabilnú dynamiku znižovania nákladov na 1 kWh z 1 000 dolárov na 209 dolárov (obr. 4) [7]. Ak vezmeme cenu 1 kWh za 209 dolárov alebo 5 852 UAH, náklady na vyrovnávaciu batériu pre čerpacie stanice so spotrebou energie 138 kWh sú 807 576 tisíc UAH.

Na nabitie elektromobilu 80 kWh a uspokojenie vlastných potrieb nabíjacej stanice je potrebný vyrovnávací akumulátor s energetickou kapacitou 138 kWh

Obr. 4. Dynamika indexu nákladov na lítiové akumulátory

Ak vezmeme do úvahy hlavné náklady na realizáciu čerpacích staníc založených na veterných turbínach s akumulačným zásobníkom energie, máme celkové náklady asi 1,927 milióna UAH. K tomu je potrebné pripočítať náklady na pozemky, inštaláciu, uvedenie do prevádzky a prevádzku nabíjacej stanice do 25% kapitálových investícií. To znamená, že úplná implementácia A3CEM na základe veterných turbín s vyrovnávacou batériou energie na základe zaručeného náboja jedného elektrického vozidla s maximálnou spotrebou energie 80 kWh bude asi 2,5 milióna UAH.

Pri predaji elektriny na rýchle nabíjanie elektrických vozidiel za nočnú sadzbu 4 UAH za 1 kWh [8] bude doba návratnosti spoločnosti A3CEM na základe veterných turbín asi 19 ÷ 20 rokov.

Ak predávate elektrinu na rýchlonabíjajúcich staniciach s dennou sadzbou 8 UAH na 1 kWh rýchleho nabíjania [8], doba návratnosti celej stanice sa zníži na 9,5 ÷ 10 rokov, čo robí tieto nabíjacie stanice veľmi atraktívnymi. oblasti investícií, avšak podľa tohto ukazovateľa sú (A3CEM na základe veterných turbín) zatiaľ nižšie ako nabíjacie stanice pripojené k UES, čo sa dá vysvetliť dodatočnými nákladmi na veterné turbíny a vyrovnávaciu batériu. Upozorňujeme tiež, že náklady na infraštruktúru potrebné na nabíjanie staníc na veterných turbínach prijímame rovnako ako na tradičné čerpacie stanice (vchod, osvetlenie, značenie, značenie, značenie atď.).

Záver. 1. Analyzuje sa dynamika zvyšovania inštalovaného výkonu zariadení na výrobu obnoviteľnej energie a zistilo sa, že dynamika využívania potenciálu veternej energie na Ukrajine je oveľa nižšia ako rozvoj potenciálu solárnej energie v dôsledku vyššej atraktivity fotovoltaických elektrární v dôsledku na vysoké „zelené“ tarify za elektrinu. Pokiaľ však ide o konkrétne ukazovatele, energetický potenciál vetra je viac ako 5-krát vyšší ako fotoelektrický solárny potenciál.

2. Predbežné hodnotenie nákladov na autonómnou nabíjaciu stanicu pre elektrické vozidlá založené na veterných turbínach zistili, že celkové náklady na tento systém môžu predstavovať asi 2,5 milióna UAH alebo 89,3 tisíc dolárov. USA (tempom začiatkom 2019).

3. Doba návratnosti spoločnosti A3CEM založená na veterných turbínach s akumulárnym zásobníkom energie sa môže pohybovať od 9 do 10 rokov až 19 až 20 rokov, v závislosti od nákladov na elektrinu, ktorá sa bude predávať pre množstvo elektrických vozidiel.

1. Výsledky trhu s elektrinou v roku 2018. Elektronický zdroj.

2. V roku 2018 bolo predstavených takmer 3-krát viac novej kapacity obnoviteľnej elektriny ako v roku 2017. Elektronický zdroj. Režim prístupu: <http://sae.gov.ua/uk/news/2731>.

3. Кудря С.О. Неконвенčné a obnoviteľné zdroje energie. Učebnica. Kyjev. Národná technická univerzita na Ukrajine („KPI“). 2012. 495 s.

4. Analýza trhu s elektrickými vozidlami. Elektronický zdroj. Režim prístupu: <http://irsgroup.com.ua/ecars>.

5. BEY Cenový index. Internetový zdroj. Režim prístupu: <https://about.bnef.com/blog/2h-2017-wind-turbine-price-index/>.

6. Rogozhin, Alex & Gallaher, Michael & Helfand, Gloria & McManus, Walter, 2010. „Využitie multiplikátorov nepriamych nákladov na odhad celkových nákladov na pridanie novej technológie v automobilovom žilčovom priemysle“. Medzinárodný vestník výrobnéj ekonomiky. Elsevier, roč. 124 (2). strany 360-368. Apríla.

7. Lítium-iónová batéria stojí na celom svete medzi rokmi 2010 a 2018 (v amerických dolároch za kilowatthodinu). Internetový zdroj.

8. Elektrina pre elektrické autá na Ukrajine sa stáva platenou. Internetový zdroj. Režim prístupu: [https://auto.24tv.ua/elektryka\\_dlia\\_elektromobiliv\\_v\\_ukraini\\_staje\\_platn...](https://auto.24tv.ua/elektryka_dlia_elektromobiliv_v_ukraini_staje_platn...)

**Source URL:** <https://patriot-nrg.com/sk/content/ekonomicke-aspekty-realizacie-automatickychnabijaciek-elektrickychnabijaciek-na-zaklade-veu>