

COMPARATIVE ANALYSIS OF ENERGY STORAGE TECHNOLOGIES

Evgeniya P. VASILEVA
Faculty of engineering and pedagogy of Sliven
Technical University of Sofia
Sliven, Bulgaria
evgeniya.vasileva@tu-sofia.bg

ABSTRACT: *In this article, a classification of energy storage technologies is made. Their main parameters are considered. The relationship between typical capacity and discharge times of various energy storage technologies is graphically presented. A comparative analysis was made.*

KEYWORDS: *potential, storage batteries, supercapacitors, hydrogen, biofuel, capacity, charging and discharging time, superconducting system.*

Въведение

Електрическата енергия се разглежда като една от най-лесно достъпните форми на енергия. Електричеството в своята форма не може да се съхранява. Единственият начин, по който може да бъде съхранено, е да се превърне в по-стабилна енергийна форма, и при нужда да се превърне обратно в електричество.

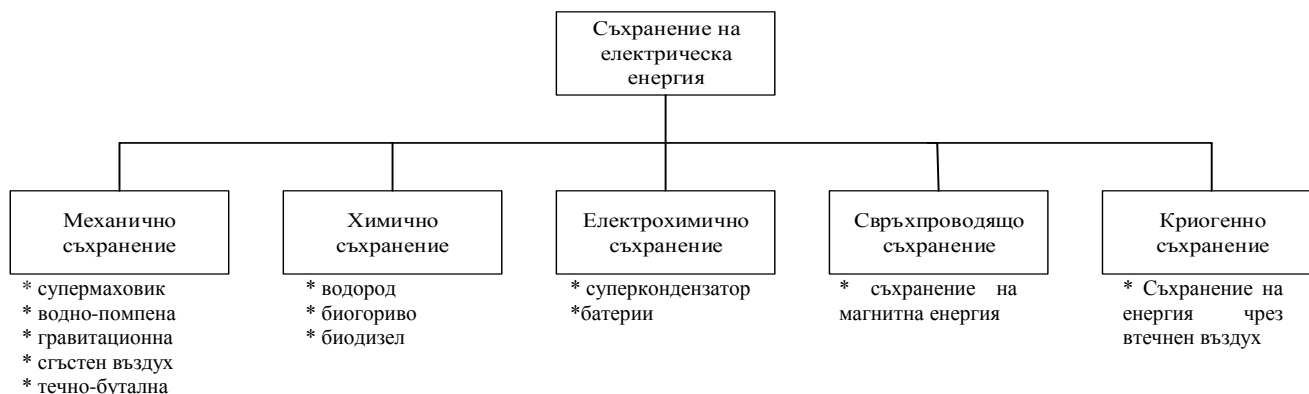
Системите за съхранение на енергия имат потенциал да отключат огромен растеж на децентрализираното производство на електричество.

Основен елемент в автономните системи за захранване на потребители от различни алтернативни източници енергия са акумулаторните батерии и суперкондензаторите.

Според техническото си развитие технологиите за съхранение на енергия могат да се класифицират в три категории:

- Напълно развити технологии: Водно - помпено съхранение на енергия и оловно-киселинната батерия, са разработени и са използвани повече от 100 години.
- Разработени технологии: съхранение на енергия със сгъстен въздух, NiCd, NaS, литиево-йонни батерии, свръхпроводяща магнитна система за съхранение на енергия, супермаховик, кондензатори, суперкондензатори.
- Развиващи се технологии: горивна клетка, мета-въздушна батерия, слънчево гориво и криогенно съхраняване на енергия. Тези технологии са все още са слабо развити.

Различните технологии, които могат да се използват за преобразуване на електроенергия в други форми, се разглеждат като технологии за съхранение на електрическа енергия и могат да бъдат групирани по начина показан на фиг. 1 [7].



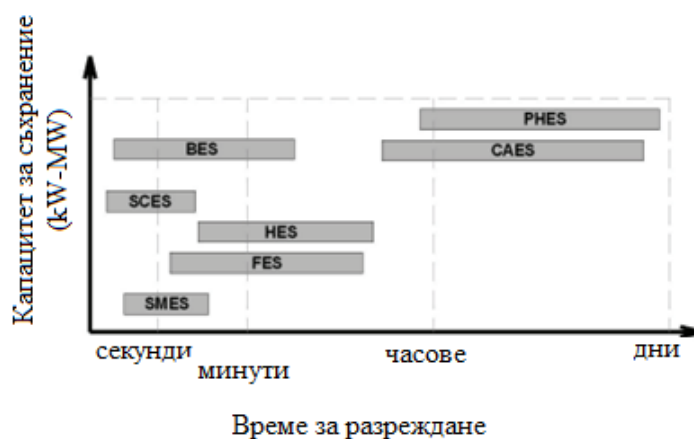
Фиг. 1 Класификация на технологиите за съхранение на електрическа енергия

Електрическата енергия генерирана от различните възобновяеми енергийни източници, може да се съхранява от акумулиращата система дълго време (десетки дни), а съхранената електроенергия да бъде прехвърлена към товара по всяко време, докато изходящият ток може многократно да надвишава тока на зареждане и да осигурява захранване на товар, чиято мощност е многократно по-висока от инсталираните мощности на генериращите източници.

Изложение

Всяка технология има определени свойства по отношение на капацитет за съхранение, мощност, време за реакция и цена. Групиране на технологии за съхранение по отношение на капацитета за съхранение е уместно, тъй като може да се използва за изключване на тези размери, които не са приложими във връзка със системите за възобновяема енергия [2-6].

Различните технологии за съхранение на енергия имат широк обхват диапазон от скорости на освобождаване на енергия (скорости на разреждане), който се разширява от секунди до много часове и дни (фиг. 3) [6].



Фиг. 3. Типичен капацитет за съхранение на енергия и времена за разреждане на различни технологии за съхранение на енергия

Въз основа на техния капацитет за съхранение на енергия, енергия съхраняванията могат да бъдат категоризирани като краткосрочни и дългосрочни хранилища за енергия. Системите за краткосрочно съхранение включват суперкондензатор за съхранение на енергия (SCES), енергия на маховика съхранение (FES) и свръхпроводяща магнитна енергия съхранение (SMES).

Системи за дългосрочно съхранение може да се подраздели на изпомпвана водноелектрическа енергия съхранение (PHES), съхранение на енергия под сгъстен въздух (CAES), съхранение на енергия от батерии (BES) и съхранение на водородна енергия (HES).

При сложните системи изградени на базата на възобновяеми енергийни източници не може лесно да се регулира производството на електроенергия. Пикови нива, генерирани от електроцентралите може да не съвпада с пиковото търсене.

Общи технически параметри на различните технологии са обобщени в таблица 1 [5, 8].

Таблица 1. Основни параметри на технологиите за съхранение на енергия

Технология за съхранение на енергия	Енергийна плътност, [Wh/kg]	Време за разряд	Продължителност за съхранение	Ефективност на заряд/разряд, [%]
Супермаховик	10-30	ms-15 min	s-min	85-95

Водно-помпено	0,5-1,5	1-24h+	час-месец	65-87
Технология за съхранение на енергия	Енергийна плътност, [Wh/kg]	Време за разряд	Продължителност за съхранение	Ефективност на заряд/разряд, [%]
Със сгъстен въздух	30-60	1-24h+	час-месец	50-89
Горивна клетка	800-10000	s-24h	час-месец	20-35
Газова турбина	33,300	s-24h	час-месец	40-50
Суперкондензатор	2,5-1,5	ms-60 min	s-час	90-95
Батерия PbO ₂	30-50	-	-	75-90
Батерия NaS	150-240	s-час	s-час	80-90
Батерия NaNiCl ₂	100-120	s-час	s-час	85-90
Батерия Zn-Air	150-3000	s-24h+	час-месец	50-55
Батерия Li-ion	75-200	min- час	min-дни	85-90
Свръх проводящо магнитно	0,5-5	min- час	min- час	95-98
Течно въздушно	97	час-месец	час-месец	50-70

От табл.1 се вижда, че свръхпроводящите магнитни системи, маховиците, суперкондензаторите и литиево-йонни батерии имат много висока ефективност (по-голяма от 90%). Те са последвани от водно-помпената технология, съхранението на сгъстен въздух и батерии с ефективност от 50%-90%. Най-ниска ефективност има горивната клетка.

Заклучение

Фундаменталните промени в работата и структурата на енергийните системи налагат използването на повече устройства за съхранение на енергия. Те могат да се използват за различни цели като поддържане на напрежение и честота, преместване на товара, както и дългосрочно балансиране на търсенето и предлагането

Системите за съхранение на енергия стават все по-широко разпространени и се появяват повече иновативни технологии. Изследвания се фокусират върху две основни точки: намиране на нови химикали или топологии, които могат да съхраняват повече енергия на единица обем и намаляване на строителните разходи, така че същата енергия да може да се съхранява на по-ниска цена..

REFERENCES

1. F. Nadeem, S. M. S. Hussain, P. K. Tiwari, A. K. Goswami and T. S. Ustun, "Comparative Review of Energy Storage Systems, Their Roles, and Impacts on Future Power Systems," in IEEE Access, vol. 7, pp. 4555-4585, 2019, doi: 10.1109/ACCESS.2018.2888497.
2. Nguyen T. D., Tseng K. J., Zhang S., Zhang C. A Flywheel Cell for Energy Storage System // Proceedings of the IEEE, 2008. – P. 214–219.
3. Boyes J. D., Clark N. H. Technologies for Energy Storage. Flywheels and Super Conducting Magnetic Energy Storage // Proceedings of the IEEE, 2000. – P. 1548–1550.
4. Raasmussen C. N. Improving Wind Power Quality with Energy Storage // Proceedings of the IEEE, 2009. – P. 1–7.
5. Smith S. C., Sen P. K., Kroposki B. Advancement of Energy Storage Devices and Applications in Electrical Power System // Proceedings of the IEEE, 2008.
6. Nigim K., Reiser H. Energy Storage for Renewable Energy Combined Heat, Power and Hydrogen Fuel (CHPH₂) Infrastructure // Proceedings of the Electrical Power and Energy Conference. – IEEE, 2009.
7. Castillo A., Gayme D., Grid-scale energy storage application in renewable energy integration a survey, Energy Convers Manage, 2014, 87, p.885-894

8. Bozhkov St., Systems for storing electrical energy generated from renewable energy sources, Journal of Mechanical Engineering, book 3, 2015, p.47-49