

Piotr BICZEL¹, Radosław GUTOWSKI²

Politechnika Warszawska, Instytut Maszyn Elektrycznych (1)
Impact Clean Power Technology S.A. (2)

Dobór pojemności i rodzaju ogniów do zasobników energii

Słowa kluczowe: akumulatory, ogniwa litowo-jonowe, generacja rozproszona, zasobniki energii

Dążenie do podwyższania sprawności, elastyczności i jakości dostawy energii zmusza do przenoszenia ciężaru bilansowania systemu jak najbliżej niestabilnego odbioru lub źródła. Współczesne systemy elektroenergetyczne będą zatem wyposażane w liczne urządzenia magazynujące, głównie akumulatorowe. Magazyny energii umożliwiają również zwiększenie udziału energii z rekuperacji w pojazdach szynowych w bilansie energetycznym.

Miejsca w systemie energetycznym, gdzie zasobniki powinny być stosowane, różnią się wymaganymi poziomami mocy, energii i liczby cykli, które musi być w stanie wytrzymać akumulator. Typowe zastosowanie zasobnika w generacji rozproszonej to kompensowanie profilu produkcji elektrowni słonecznych i wiatrowych. Trudnym przypadkiem jest kompensowanie udarów mocy przepływających przez podstacje trakcyjne w obu kierunkach. Jeszcze inne zastosowanie to wyrównywanie profili obciążenia linii i odbiorów.

Współcześnie produkowane jest wiele układów elektrochemicznych do magazynowania. Dla pracy mocowej i wybitnie cyklicznej najlepsze są superkondensatory. Dla pracy energetycznej o mniejszej liczbie cykli stosuje się obecnie akumulatory kwasowo-ołowiowe, niklowe lub litowo-jonowe różnych typów. Problemem jest odpowiedni dobór rodzaju akumulatora i jego pojemności oraz mocy stosowanie do danego zastosowania.

Niezależnie od rodzaju każdy akumulator wykazuje powiązanie pomiędzy kilkoma kluczowymi parametrami. Związane jest to ze statycznymi i dynamicznymi zmianami impedancji wewnętrznej ogniów. Żywotność cykliczna jest powiązana z głębokością cykli i temperaturą pracy. Większa głębokość cykli skutkuje mniejszą żywotnością cykliczną. Pojemność jest powiązana z prądem rozładowania. Większy prąd skutkuje zmniejszeniem pojemności. Zbyt wysoka lub zbyt niska temperatura pracy powoduje spadek pojemności oraz żywotności ogniwa. Zależności te są różne dla różnych typów akumulatorów.

Dobór rodzaju i wielkości akumulatora opiera się o analizę możliwości technicznych. Zazwyczaj w danej aplikacji można zastosować kilka rodzajów ogniów. Zazwyczaj słabe parametry można skompensować przez zwiększenie pojemności. Zmniejsza to bowiem prądy i głębokości rozładowania.

Pracę należy jednak rozpocząć od analizy oczekiwanych przepływów energii przez baterię. Oczywiście najlepiej mieć pomiary napięć i mocy w punkcie, w którym ma być przyłączony zasobnik. Absolutnie niezbędne jest, aby inwestor miał jasno określony cel, dla którego chciałby zastosować zasobnik energii. Powiązanie celu stosowania zasobnika z profilem mocy w punkcie przyłączenia zazwyczaj jest wystarczające do określenia wymagań co do mocy i pojemności.

Dotychczas pojemność zasobników, głównie akumulatorów kwasowo-ołowiowych, dobierano metodami eksperckimi. W literaturze można znaleźć zalecenia co do pojemności zasobnika. Moc maksymalna wynikała zazwyczaj z pojemności baterii. Prąd maksymalny dobierano rzędu 0,1-0,2 pojemności. Dzięki temu żywotność akumulator rosła. Zalecenia te były głównie odniesione do mocy systemu.

Obecnie wiedza i doświadczenie jest znacznie większe. Inwestorzy mają wyniki pomiarów w miejscach, gdzie chcą przyłączyć zasobnik lub metody symulacyjne pozwalają na precyzyjny dobór.

Procedurę doboru akumulatora rozpoczyna się od wyznaczenia profilu mocy i energii, jaka będzie przez niego przepływała. Następnie należy wyznaczyć prąd akumulatora I , przeciętną energię rozładowania E i roczną liczbę cykli k . Zakłada się oczekiwaną żywotność w latach n . Wyznacza się całkowitą liczbę cykli, które musi wytrzymać bateria jako iloczyn $k \cdot n$. Zakłada się, że wymagana pojemność to 1,25 E (80% DoD). Teraz można sprawdzić, jaki rodzaj akumulatora wytrzyma wyznaczoną liczbę cykli przy rozładowaniu rzędu 80% i przy wyznaczonym prądzie I . Prąd I musi być mniejszy od prądu, dla którego wyznaczono charakterystykę żywotności cyklicznej, na której opiera się obliczenia. Jeżeli nie ma takiego akumulatora, zmniejsza się zakładane DoD i ponawia obliczenia. Do ostatecznie dobranej wielkości należy dodać zapas na starzenie akumulatora i ewentualne zwarcia i spodziewane przekroczenia mocy.

Postępowanie powtarza się tyle razy, aż zostanie znaleziony właściwy akumulator. Zazwyczaj można znaleźć kilka typów spełniających wymagania przy różnym stopniu przewymiarowania pojemności. Wybór właściwego należy wtedy oprzeć na innych wymaganiach, szczególnie na dopuszczalnej temperaturze pracy. Ostatnim elementem jest cena.

Opisana procedura wydaje się prosta. Niemniej wciąż wymaga pewnego doświadczenia. Niezbędne są dane pomiarowe oraz bardzo dobra znajomość ogniów. Duże znaczenie ma akceptowalny poziom kosztów, które inwestor chce ponieść. Nie można się bać inżynierskich współczynników bezpieczeństwa. Odejście od nich powoduje zazwyczaj szybsze niż planowane zużycie baterii, a to znacznie droższe, nie kilkunastoprocentowe przewymiarowanie na początku inwestycji.

Praca współfinansowana przez NCBR i NFOŚiGW w ramach projektu GEKON, umowa nr GEKON1/02/213518/37/2015.

Literatura

1. Handschin E., Styczynski Z., (edit.) *Power System Application of the Modern Battery Storage*. Magdeburg Forum zur Elektrotechnik, Otto-von-Guericke-Universitaet Magdeburg. Magdeburg 2004
2. Biczek P., *Integracja rozproszonych źródeł energii w mikrosieci prądu stałego*. Politechnika Warszawska, Prace naukowe, Elektryka z. 142. Warszawa, 2012.

Autorzy: dr hab. inż. Piotr Biczek; Instytut Maszyn Elektrycznych, Elektryczny, Politechnika Warszawska, Pl. Politechniki 1, 00-601 Warszawa, e-mail: biczek@ee.pw.edu.pl
mgr inż. Radosław Gutowski; Impact Clean Power Technology S.A., ul. Warszawska 57, 05-820 Piastów, radoslaw.gutowski@icpt.pl