

ENERGIA przyszłości. Czy da się zmagazynować energię?

Opracowanie:

Jakub Peńsko

Kamil Klimek

Karol Błaszkowski

Opiekun grupy:

P. mgr inż. Monika Puchała



Spis treści

Str. 3 - Wstęp

Str. 3 - Ekonomia działań magazynowania energii

Str. 5 - Metody magazynowania energii

Str. 10 - Działania Elona Muska rozpowszechniające magazynowanie energii

Str. 11 - Idee zastosowania magazynów energii

Str. 14 - Bibliografia

Wstęp

W dobie coraz większego znaczenia energetyki odnawialnej, więcej uwagi skupia się również w kierunku magazynowania energii. Jest to ważny element uzupełniający energetykę całkowitą, a według wprowadzanych zaleceń i przepisów Unii Europejskiej, będzie stanowiła jej znaczącą część. Ekologiczna produkcja energii cechuje się jednak nierównomiernością dostaw, przez co zalecane jest owe magazynowanie. Zanim przejdziemy do głębszych rozważań dotyczących tego, czy możliwe jest przechowywanie energii, wyjaśnimy ogólne znaczenie tego zagadnienia. Jest to bowiem szereg metod umożliwiających gromadzenie energii w ramach sieci elektroenergetycznej. Ma ono swoje zastosowanie, gdy elektrownia należąca do struktury doświadcza zjawiska zwanego nadwyżką rynkową, czyli sytuacji, gdy podaż przeważa nad popytem, a producent chce zrównoważyć ich wartość. Zatrzymanie produkcji nie wchodzi w grę, ponieważ rozruch siłowni trwający do uzyskania mocy maksymalnej może trwać godzinami. W sytuacji nadejścia niedoboru rynkowego zmagazynowaną energię będzie można włączyć do sprzedaży. Z racji dobowej zmiany zapotrzebowania na energię, magazynowanie energii elektrycznej umożliwia łatwiejsze i efektywniejsze wykorzystanie elektrowni węglowych oraz jądrowych, poprzez ustalenie ich produkcji na stałym poziomie. Z drugiej strony umożliwia masowe wykorzystanie odnawialnych źródeł energii, takich jak wiatr i słońce, których dostępność ulega gwałtownym zmianom w przeciągu roku, czy też wody. Bez spichrzów energetycznych takie źródła muszą być wspomagane przez elektrownie konwencjonalne. Zaspokajają one zapotrzebowanie, gdy źródła ekologiczne produkują zbyt mało energii elektrycznej. Obecnie najczęściej stosowanymi w segmencie energetycznym obiektami o charakterze magazynowym są elektrownie szczytowo-pompowe. Według raportu Electric Power Research Institute, w 2011 roku odpowiadały one za 99% magazynowanej energii na świecie.

Ekonomia działań magazynowania energii

Jeżeli cena końcowa energii będzie znacznie większa niż jej koszt przechowywania i odzyskiwania, biorąc pod uwagę straty towarzyszące całemu procesowi, można uznać daną metodę za opłacalną. W praktyce jednak rachunek krańcowy jest wartością nieregularną i opiera się również na innych czynnikach, w tym rodzaju źródła wykorzystanego do zaspokojenia zapotrzebowania rynku w energię elektryczną. Ulega ono także zmianie w zależności od pory dnia i roku. Większość z prezentowanych poniżej metod wykorzystuje okres małego popytu na energię, by skumulować prąd z sieci, kiedy jest on

tańszy. Elektrownie tradycyjne, takie jak węglowe i jądrowe przetwarzają niedrogą energię przez cały rok, gdyż paliwo do ich zasilania kosztuje niewiele. Główny nakład pieniężny wynika z ich budowy, czy też kupna technologii oraz dalszej, wieloletniej eksploatacji. Cena tony węgla kupionej od kopalni to koszt ok. 250 zł przy spalaniu 2,5-3 mln ton rocznie w obiekcie o mocy 1000MW, z kolei uranu ok. 210\$/kg zużywając średnio 30 ton przez rok w bloku o mocy 1000MW. Natomiast elektrownie przetwarzające energię na bazie gazu ziemnego działają tylko w przypadku większego zapotrzebowania, ponieważ paliwo potrzebne do ich zasilenia jest drogie. Obecnie jego cena kształtuje się na poziomie ok. 350\$/ , co w jednostce o podobnej mocy wymagałoby zużycia około 1,5mld rocznie.

Odnawialne źródła energii dodatkowo mnożą trudności rynkowi energetycznemu. Głównym tego czynnikiem jest nierównomierność produkcji w roku. Może to spowodować zarówno zmniejszenie wahań cen prądu (w trakcie przetwarzania większej ilości energii podczas dużego zapotrzebowania), jak i zwiększenia tychże wahań (gdy produkcja wzrasta, a zapotrzebowanie na nią maleje).



Metody magazynowania energii

Hydroenergetyka – pompowanie wody

Jak zostało wcześniej wspomniane, elektrownie szczytowo-pompowe stanowią około 99% ogółu światowego zmagazynowania energii w krajowych strukturach energetyki. Ich jednoczesna moc

całkowita wynosi ponad 100 GW. Elektrownie szczytowo-pompowe działają na zasadzie magazynowania energii potencjalnej wody i wykorzystują różnicę poziomów wysokości pomiędzy dwoma akwenami. Gdy zapotrzebowanie wzrasta śluza z górnego zbiornika jest otwierana, by woda przepłynęła do niższego jeziora i napędzała przy tym turbiny hydrogeneratorów, a w konsekwencji generowany jest prąd. W czasie małego zapotrzebowania ciecz jest przepompowywana tą samą drogą do góry. Metoda ta przynosi 80% efektywności odzyskiwania energii. Dostosowanie się do zmiany popytu rynku nie przekracza kilku minut. Niestety rozwiązanie to jest ograniczone do miejsc o sprzyjającym ukształtowania gruntu.



Elektrownia w Żydowie z wysokości Jeziora Kamiennego. Źródło: własne

Hydroenergetyka – zapory

Kolejnym sposobem jest budowa elektrowni przepływowych z dużymi rezerwuarami na wybranych odcinkach rzek. W trakcie niskiego zapotrzebowania na energię elektryczną, woda jest magazynowana, a podczas dużego uwalniana. Mogą również służyć stałej produkcji o mniejszej mocy. Warto wspomnieć, że niemal 40% zapotrzebowania Szwecji w energię elektryczną jest zaspokajane tego typu obiektami.

Akumulatory

Akumulator to rodzaj ogniwa galwanicznego z możliwością wielorazowego ładowania energią elektryczną i jej oddawania. Proces przechowywania zachodzi przez reakcje chemiczne w elektrolicie, który jest łatwy do odzyskiwania. Są wygodne, ponieważ uzupełnianie i wykorzystanie ich zasobów nie wymaga dodatkowej infrastruktury w sieci energetycznej. Można z nich pobrać do 85% energii wejściowej. Ich wadą jest wysoka cena i ograniczona żywotność (najczęściej podawana w znamionowej liczbie ładowań). W trakcie podłączenia do napięcia w elektrolicie powstają kryształy wytrąconych pierwiastków. Gdy są one zbyt duże uniemożliwiają prawidłową pracę akumulatorów. Największy z magazynów energii elektrycznej na bazie akumulatorów zainstalowano w Puerto Rico, gdzie potężna bateria o mocy 20 MW i pojemności 14 MWh służy za rezerwowe źródło dla systemu elektroenergetycznego wyspy. W mniejszej skali korzysta się z tego rozwiązania na przykład w bazach danych, czy Głównych Punktach Zasilania tzw. GPZ dla podtrzymania działania stacji w przypadku awarii sieci. Na co dzień korzystamy z nich w telefonach komórkowych, samochodach, komputerach osobistych itd.



Sprężone powietrze (CAES)

W tej metodzie podczas nadwyżki energii w sieci energetycznej magazynuje się ją w postaci sprężonego do około 70 barów powietrza. Jednocześnie wymagane jest zasilanie z tego samego źródła lub innym paliwem urządzeń schładzających gaz w trakcie sprężania, a także procesu ogrzewania przy rozprężaniu go. Przy obecnej technologii jest to wymagane, gdyż powietrze o zbyt wysokiej lub niskiej temperaturze mogłoby zaszkodzić zbiornikowi, turbinom i pomniejszym podzespołom. Gdy

zapotrzebowanie wrośnie używa się rozprężonego powietrza do napędu turbiny. Z tego typu rozwiązania korzystają obecnie tylko dwie elektrownie o znacznej mocy tj. Huntorf koło Bremen w Niemczech (321MW) oraz McIntosh w USA (110MW). Ich sprawność waha się w okolicach 40%, ale wraz z zastosowaniem rekuperatora może ona wzrosnąć nawet o 10 punktów procentowych. Obecnie trwają prace nad usprawnieniem systemu, maksymalnym zminimalizowaniem strat oraz wyeliminowaniem potrzeby stosowania dodatkowego paliwa do jednostek magazynujących, dzięki czemu wskaźnik sprawności mógłby wynieść nawet 62-70% i stać się poważną alternatywą dla elektrowni szczytowo-pompowych.

Ciekłe powietrze (LAES)

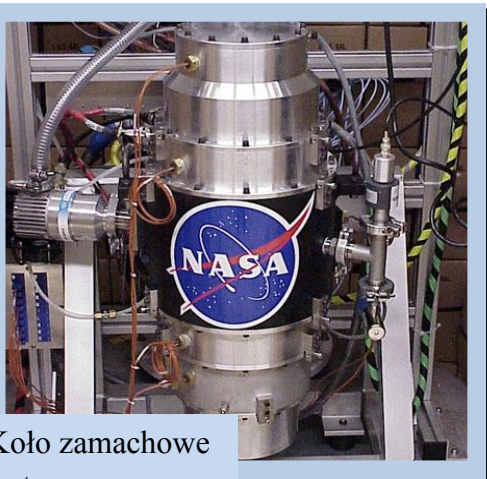
Sprężając, a następnie ochładzając powietrze do temperatury -195°C otrzymujemy jego ciekłą postać (azot). W tym stanie skupienia jego objętość spada 1000 razy, więc jego przechowywanie jest znacznie prostsze. Gdy popyt na energię wrośnie używa się pompy do zwiększenia ciśnienia cieczy, które potem paruje i dzięki temu otrzymamy powietrze w stanie lotnym, którym z kolei będą napędzane turbiny generujące prąd. Za pomocą tej technologii można magazynować energię rzędu GWh. Do przeprowadzenia procesu wymagane są w większości już istniejące elementy infrastruktury, a ta sama instalacja może posłużyć jednocześnie za rezerwową elektrownię gazową o sprawności ponad 40%. Wykorzystując przemysłowe ciepło odpadowe z pobliskich elektrowni oraz przemysłowe zimno np. z terminalu LNG można podnieść jego efektywność do 70%. Jest to stosunkowo nowa technologia, więc

wciąż trwają badania nad jej opłacalnością.

Koło zamachowe

Jeśli panuje duże zapotrzebowanie na energię, koło zamachowe można rozpędzić, a kiedy maleje, mechanizm da się stopniowo wyhamowywać odzyskując przy tym włożoną energię. W celu zminimalizowania strat energii koło zamachowe umieszcza się w próżni, na łożysku magnetycznym. To powoduje zmniejszenie tarcia. Maksymalna pojemność energii koła zamachowego zależy od jego prędkości obrotowej, którą

Koło zamachowe testowane przez NASA. Źródło ¹



wytrzyma oraz od jakości materiałów wykorzystanych do jego budowy. Nowoczesne koła zamachowe osiągają pojemność porównywalną do akumulatorów. Stosowane są w systemach o dużym zagrożeniu w przerwach dostaw energii elektrycznej, katapultach startowych lotniskowców, a niegdyś również w żyrobusach. Jest on także swoistym amortyzatorem dla układów akumulatorowych ze względu na nieskończoną ilość cykli ładowania w ciągu swojej, nawet ponad kilkunastoletniej eksploatacji i zapewnia dostarczenie dużej mocy w krótkim czasie.

Paliwo – wodór

Wodór można pozyskiwać w dużych ilościach w procesie elektrolizy wody. Wielką zaletą tego sposobu jest możliwość przechowywania wodoru przez nawet kilka tygodni, a także wysoka gęstość energii w stosunku do objętości (3 razy większa niż w benzynie oraz 100 raz większa w porównaniu do akumulatorów). Już teraz używana jest ona w pionierskich projektach samochodów seryjnych i pojazdach komunikacji publicznej jako paliwo, a jej ostatecznym produktem spalania jest wyłącznie woda. Ów sposób magazynowania ciągnie jednak za sobą również wady, które decydują o jego terażniejszych zastosowaniach. Jest związkiem niestabilnym i trudnym do przechowywania. Z kolei największą bolączką bywa niska sprawność procesu rzędu (30-45)%.

Paliwo – Metan

Innym rozwiązaniem dla wodoru może być metan. Długotrwałe przechowywanie jest łatwiejsze i jego transport może być skierowany bezpośrednio do działających elektrowni gazowych. Wadą tejże metody jest duża strata z energii włożonej, nawet w okolicach ponad 60%. Z biomasy oprócz spalania korzysta się również w celu wydobywania metanu z jej procesów fermentacyjnych przeprowadzanych w specjalnych komorach. Tutaj także występuje problem w związku ze zmiennym składem biomasy oraz długotrwałą utylizacją, co wpływa na koszty budowy zbiorników wymagających dużych objętości dla opłacalności procesu.

Pole magnetyczne - nadprzewodniki

Nadprzewodnikowy magazyn energii przechowuje energię w postaci pola magnetycznego, które tworzy się przez przepływ prądu stałego. Prąd dostarczony do niego płynie w nieskończoność, więc energia może być przechowywana tak długo, jak to będzie potrzebne. Nadprzewodniki posiadają wyjątkowo dużą sprawność sięgającą rzędu 95%. W tym momencie ich główną wadą są wysokie koszty materiałów oraz potrzeba oddzielnego obiegu chłodzenia (z ciekłego helu lub azotu na co przeznaczana jest część z tych 5% utraconej energii). Dzięki nadprzewodnikom możemy wykonywać rezonans magnetyczny pacjentom, przyspieszamy cząstki w akceleratorach, czy eksperymentujemy z bardzo silnymi elektromagnesami. Oprócz tych konkretnych zastosowań wykorzystywane są również do poprawy jakości energii elektrycznej w sieci.

Ciepło – kolektory słoneczne

Urządzenie lub ich zespół montowane jest na dachach prywatnych domostw jak i obiektach użyteczności publicznej. Ciepło otrzymywane z energii słońca może być użyte do ogrzewania parującej

wówczas wody, napędzającej turbinę prądnicy lub bezpośrednio wprowadzone do instalacji grzewczej. Natomiast magazynowanie energii odbywa się z pomocą roztworu ciekłej soli (inaczej zwana cieczą jonową). Wykorzystywana jest ona w tym celu ze względu na swoje właściwości, a w szczególności znikomą tendencją do parowania oraz niepalność. W przeciwieństwie do zwykłej wody jest gęstsza i wystarczająco dobrze przewodzi energię elektryczną.



Kolektor słoneczny na dachu posiadłości w Ustce.
Źródło: własne

Ciepło – pompa ciepła

Jest to coraz modniejszy system ogrzewania domu. Instalacja złożona z rur wypełnionych glikolem oraz wodą, działająca na podobnej zasadzie co rekuperator. Jej zadaniem jest wymuszenie

przepływu ciepła z gleby lub wody gruntowej o niższej temperaturze do środowiska o temperaturze wyższej, czyli zasadą działania przypomina

lodówkę. Najbardziej energochłonnym elementem instalacji jest sprężarka, do której należy zadanie zwiększenia ciśnienia pary przybyłej z dolnego źródła, a co za tym idzie zwiększenie energii wewnętrznej i stopnia nagrzania. Przy zużyciu 1kWh energii elektrycznej jest w stanie przekazać równowartość nawet 2-5kWh ciepła do budynku. Przyjmuje się, że koszt otrzymania 1kWh ciepła z pompy gruntowej według danych firmy Viessmann na lipiec 2014 roku wynosił wówczas 0,10zł podczas, gdy posiadacze elektrycznego grzejnika akumulacyjnego musieli płacić już 0,35zł.

Działalność Elona Muska rozpowszechniająca magazynowanie energii



Elon Musk.
Źródło ²

Elon Musk (ur. 1971r w Republice Południowej Afryki) – miliarder, przedsiębiorca, jeden z założycieli i główny szef Tesla Motors. Jego firma osiągnęła gigantyczny sukces, jako jedyna wprowadzając do seryjnej sprzedaży poważną

konkurencję dla aut zasilanych paliwem konwencjonalnym. Tesla S to limuzyna o napędzie elektrycznym z akumulatorem litowo-jonowym o przewidzianym zasięgu jazdy na pojedynczym ładowaniu akumulatora w wersji ekonomicznej ponad 250km, a w najlepiej wyposażonej nawet do 480km. Już teraz wyniki sprzedaży według producenta wyglądają obiecująco pomimo wysokiej ceny rynkowej samego pojazdu. Przyjął się on na rynku bardzo dobrze i zewsząd spływają pozytywne opinie od konsumentów. Popularne niedawno stały się filmy na kanale Norwega Bjørna Nylanda w serwisie Youtube, szczęśliwego posiadacza samochodu. Szczegółowo dokumentuje on wrażenia z użytkowania samochodu, uzyskując przy tym setki tysięcy wyświetleń. Tesla buduje w całej zachodniej Europie renomowane stacje zasilania, a do końca 2015 roku również 5 z nich ma znaleźć się w Polsce by móc bez przeszkód dojechać do Warszawy, Krakowa, Wrocławia i Gdańska.

W ramach projektów tzw. Open Source, w których każdy anonimowy użytkownik ma pozwolenie na powszechne użycie danej technologii lub programu oraz usprawniania go. Zarząd Tesli postanowił znieść patenty na swoje rozwiązania związane z pojazdami elektrycznymi. Poinformowano o tym w czerwcu 2014 roku. Ze względów biznesowych nie było to możliwe wcześniej, jak wyjaśnia Elon Musk patenty służą „wielkim korporacjom, które mogą się okopać na swoich pozycjach i wzbogacają prawników, a nie prawdziwych wynalazców”.

Oprócz tego ujawniono zamiary rozwoju firmy na najbliższe lata w kierunku domowych magazynów energii bazujących na tej samej technologii akumulatorów litowo-jonowych, co w przypadku aut. Na kupnie produktu mieliby skorzystać użytkownicy domowych instalacji fotowoltaicznych zwiększając tym samym niezależność od dostawców komercyjnych. Zmniejszenie kosztów inwestycji chce oprzeć na masowej produkcji.

Idee zastosowania magazynów energii

Spójrzmy nieco dalej w przyszłość i popuśćmy wodze wyobraźni oraz powołajmy pomysły naukowców do życia. Wielkie są nadzieje związane z rozwojem niektórych technologii, także w dziedzinie magazynowania energii.

Rekuperacja z zużytej, ciepłej wody użytkowej

Przetworzenie energii elektrycznej w ciepło to najmniej ekonomiczne przeznaczenie ze względu na fakt, że w analogiczny sposób wykorzystuje się gorącą parę dzięki spalaniu paliwa do zasilania turbin prądnic. Ciepła woda wypływająca najczęściej z przepływowego podgrzewacza wody albo bojlera jest marnowana po użyciu w trakcie kąpieli, mycia naczyń i prania ubrań. Spływa ona do kanalizacji, a następnie poddawana jest procesom w oczyszczalni ścieków, by znów nadać jej użytkowy charakter.

Dla zminimalizowania strat, przed wylaniem warto byłoby z niej skorzystać ponownie tak, by oddała część swojej energii cieplnej świeżej, zimnej wodzie zmniejszając nieco domowy rachunek za prąd. W przyszłości, gdy możliwa będzie produkcja znacznej ilości, stosunkowo taniego grafenu o niesamowitych właściwościach przewodzenia ciepła, można by wykonać z niego system o skuteczniejszym działaniu niż z miedzi, w przypadku której zwrot inwestycji następowałby w momencie znacznego zużycia wody bieżącej. Obecnie cena za cm² tego materiału kształtuje się w okolicach 120zł prosto z rąk polskich specjalistów. Wizja przyszłości, w której zanieczyszczoną, gorącą wodę przechowuje się nawet do kilku godzin w zbiorniku termoizolacyjnym, by ta w oddała swoją



energii czystej w osobnej komorze z grafenowym przedziałem, zmniejszając przy tym zapotrzebowanie na dogrzanie dodatkowej ilości cieczy wydaje się zachęcająca. Oczywiście metodę dałoby się również zastosować w budynkach użyteczności publicznej np. basenowych prysznicach.

Źródło ^{3 4 5 6}

Systemy alarmowe z wykorzystaniem kół zamachowych na pokładach samolotów i statków

Poważne wypadki lotnicze nie zdarzają się zbyt często. Obecnie jest to najbezpieczniejsza forma transportu na świecie, przy czym warto zaznaczyć, że średnio 1/5 z nich zdarza się w Afrykańskich liniach lotniczych obsługujących zaledwie 3% światowego ruchu transportu powietrznego. Liczba incydentów w roku 2014 wyniosła 111, najmniej od roku 1927 o tej samej ilości udokumentowanych przypadków choć niestety najwięcej ofiar od dekady. Jakikolwiek zakłócenie prawidłowego toku lotu jest wyjątkowo nagłaśniane w mediach ze względu na specyficzny charakter katastrof pociągających za sobą nie najrzadziej setki ofiar. Największa maszyna, Airbus A380 jest w stanie pomieścić na pokładzie nawet 560 pasażerów przy standardowym podziale na trzy klasy plus 12 członków załogi. Zatem w krytycznej sytuacji zagrożone jest ponad pół tysiąca osób jednocześnie. Jeszcze gorzej, gdy maszyna ginie bez śladu, tak jak miało to miejsce w przypadku lotu QZ 8501 linii AirAsia. Szybkie przybycie służb ratowniczych jest kluczowe dla uratowania jak największej ilości pasażerów. Problemem statków

powietrznych jest przestarzały system lokalizacji bazujący na radarach zamontowanych w wieżach kontroli lotów o bardzo ograniczonym zasięgu oraz podobnych urządzeniach na pokładzie samolotów, wysyłających sygnał do ziemi. Utrudniającym łączność czynnikiem jest krzywizna ziemi i bardzo złe warunki pogodowe, przez które na morzach oraz oceanach dochodzi do utraty kontaktu. Samoloty posiadają wbudowany system GPS, ale jest on wyłącznie informacją dodatkową dla pilotów, gdyż wysyłanie stałego sygnału o lokalizacji do wieży kontroli lotów jest dla przewoźników zbyt kosztowne. Pomyśleliśmy o systemie informowania w sytuacjach awaryjnych. Gdy tylko pilot uzna, że sytuacja jest krytyczna mógłby wcisnąć przycisk alarmowy (lub stałoby się to automatycznie w trakcie uderzenia) uruchamiający odrębny obwód z kołem zamachowym zasilającym urządzenie GPS oraz moduł systemu satelitarnego Cospas-Sarsat. Układ musiałby być odpowiednio zabezpieczony przed skutkami uderzenia, ale nie tak bardzo jak rejestrator parametrów lotu, ponieważ działałby tylko przez chwilę aż do wysłania sygnału z informacją o lokalizacji i czasie uruchomienia na ziemię. System taki mógłby funkcjonować również na statkach pływających w morze albo ocean.

Nadprzewodniki wysokotemperaturowe

Już teraz dysponujemy wieloma ideami potencjalnych zastosowań dla tego niesamowitego zjawiska. Z naszej perspektywy najważniejszą byłaby możliwość budowy międzynarodowych sieci wymiany energetycznej. Zmniejszyłaby ona obciążenie na obecnie stosowanych metodach magazynowania energii, a wszelkie nadwyżki mogłyby zostać sprzedane w razie potrzeby za granicę. Z racji zerowej oporności takiej linii, straty przesyłu obejmowałyby znikome koszty. Dzisiaj by uzyskać efekt nadprzewodnictwa musimy korzystać z ciekłego helu ($-269,95\text{ }^{\circ}\text{C}$) albo dla mniejszej puli współczesnych nadprzewodników wysokotemperaturowych, ciekłego azotu ($-195,8\text{ }^{\circ}\text{C}$) by schłodzić materiał. W dodatku trzeba brać pod uwagę nieuniknione parowanie owych czynników chłodzących. Prowadzonych jest wiele badań, a największe nadzieje budzą prace naukowców z Universität Leipzig (odkrycie zjawiska nadprzewodzenia w ziarnach grafitu w temperaturze pokojowej w wyniku tworzenia zawiesiny z wodą i odpowiedniej obróbki termicznej) i międzynarodowego zespołu pod przewodnictwem Maxa Plancka (stworzenie nadprzewodnika, w skład którego wchodzi tlenek itru, baru oraz miedzi, a potem traktowanie go laserem). Nawijając do koła zamachowego, łożyska nadprzewodnikowe polepszyłyby jego parametry.

Usprawnienie części izolacyjnej magazynów energii

Problemem dłuższego magazynowania ciepła w chłodnym środowisku, jak i odwrotnie jest zjawisko przewodzenia temperaturowego dla ścian zbiornika. Idealnym rozwiązaniem byłoby stosowanie tzw. aerożeli – nanoporowatego materiału z krzemionki mającej formę sztywnej gąbki o bardzo niskim



Aerożel z grafenu. Źródło ⁷

współczynnika przewodzenia ciepła, małej gęstości i masie, na którą w 95% składa się powietrze. Znajduje on obecnie zastosowanie do budowy promów kosmicznych i samolotów, w izolacji skafandrów kosmonautów, a od kilku lat także w budownictwie. Jego wadą jest bardzo wysoka cena ze względu na skomplikowaną technologię produkcji. Idąc jednak jeszcze bardziej w trop, świat obiegło zdjęcie najlżejszego materiału na

świecie autorstwa chińskich naukowców – aerożelu z grafenu. Gdy odkryta zostanie metoda jego tańszego pozyskiwania zrewolucjonizuje on rynek izolacji.

Bibliografia

Literatura

1. Zbigniew Makiela, Tomasz Rachwał, 2012, Krok w przedsiębiorczość, Wydawnictwo Nowa Era Warszawa

Strony WWW

1. <http://www.globenergia.pl/oze-i-ee/magazynowanie-energii-sprezonego-powietrza>
2. <http://www.drewnozamiastbenzyny.pl/magazynowanie-energii-elektrycznej/>
3. http://www.urzadzeniadlaenergetyki.pl/index.php?option=com_content&task=view&id=353&Itemid=27
4. <http://www.virtech.pl/magazynowanie-energii>
5. <http://www.wgospodarce.pl/informacje/18762-ceny-gazu-w-europejskich-kontraktach-gazpromu-w-2015-r-moga-spasc-o-jedna-trzecia>
6. <http://www.pompyciepla.com/pompa-ciepla-dzialanie.html>
7. <http://www.elektrownia-jadrowa.pl/Fakty-i-mity-na-temat-energetyki-jadrowej.html>
8. <http://www.energetykon.pl/energetyka-weglowa,1199.html>
9. <http://www.globenergia.pl/oze-i-ee/magazynowanie-energii-sprezonego-powietrza>
10. http://www.cire.pl/pliki/2/elektrownie_caes2.pdf
11. http://pl.wikipedia.org/wiki/Magazynowanie_energii_elektrycznej
12. <http://www.eu.mhps.com/pl/magazynowanie-energii-skroplonego-powietrza-laes.html>

13. <http://www.tvnmeteo.tvn24.pl/informacje-pogoda/swiat,27/energia-zmrozona-w-cieklym-powietrzu,60330,1,0.html>
14. <http://pl.wikipedia.org/wiki/Nadprzewodnictwo>
15. <http://www.srodowisko.pl/wiadomosci-i-komunikaty/magazynowanie-energii-z-wiatru-pod-postacia-wodoru-49939-10>
16. http://tech.wp.pl/kat,1009791,title,Samoloty-znikaja-i-beda-znikac-Czemu-tak-sie-dzieje,wid,17145964,wiadomosc.html?ticaid=1145da&_tictsn=3
17. <http://www.kopalniawiedzy.pl/metan-energia-zrodla-odnawialne,7216>
18. http://pl.wikipedia.org/wiki/Elon_Musk
19. <http://www.ogrzewanie.drewnozamiastbenzyny.pl/pompa-ciepla/>
20. http://www.viessmann.pl/pl/dom-jednorodzinny/abc_techniki_grzewczej/od_k_do_j/koszty_ogrzewania.html
21. <http://www.tvn24.pl/wiadomosci-ze-swiata,2/katastrofy-lotnicze-w-2014-r-na-najnizszym-poziomie-od-ponad-80-lat,502029.html>
22. <http://www.globenergia.pl/biomasa/sposoby-wytwarzania-energii-z-biomasy>
23. <http://www.naukawpolsce.pap.pl/aktualnosci/news,391818,odkryto-zjawisko-nadprzewodnictwa-w-ziarnach-grafitu-w-temperaturze-pokojowej.html>
24. <http://www.mpg.de/8785897/superconductivity-room-temperature>
25. <http://www.forbes.pl/tesla-w-polsce-producent-elektrycznych-samochodow-zapowiada-5-stacji,artykuly,182963,1,1.html>
26. <http://natemat.pl/106373,gest-miliardera-tesla-motors-uwalnia-swoje-patenty-na-elektryczne-samochody>
27. <http://www.cire.pl/item,106487,1,0,0,0,0,tesla-bedzie-produkowac-domowe-magazyny-energii.html>

Obrazy

1. <http://o.aolcdn.com/hss/storage/midas/36d2efb6e5c01784a4feaf2a9dcac545/200026629/nasa-g2-flywheel.jpg>
2. <https://tctechcrunch2011.files.wordpress.com/2014/10/elon-musk-tesla.jpg?w=738>
3. <http://www.jtjmeble.pl/wp-content/uploads/2011/10/zlew.jpg>
4. <http://www.kreocen.pl/img/p/3725/1/Deante-Kabina-prysznicowa-Alfa-KTA652K-80-cm.jpg>
5. <http://castor24.pl/userdata/gfx/11ab369a24ac4cbc3ef0148e11779b04.jpg>
6. <http://7dom.pl/wp-content/uploads/2012/08/pralka-LG-f1222td5.jpg>
5. <http://idesh.net/wp-content/uploads/2013/03/F151775504-1363966818006.jpg>