dr hab. inż. Dariusz Kardaś, dr inż. Grzegorz Żywica, dr inż. Piotr Klonowicz
Instytut Maszyn Przepływowych im. Roberta Szewalskiego, Polska Akademia Nauk w Gdańsku

Mała energetyka domowa



Polska energetyka i ciepłownictwo stoi przed szeregiem wyzwań związanych z zanieczyszczeniem środowiska, brakiem mocy i ubóstwem znacznej części społeczeństwa. Mikrosiłownie kogeneracyjne zasilane lokalnymi paliwami stałymi i węglem mają szansę stać się remedium na te problemy. Artykuł jest opisem działań jakie prowadziły do powstania pierwszej domowej mikrosiłowni kogeneracyjnej w Polsce oraz prezentuje potencjał jaki jest związany z tworzeniem energetyki rozproszonej. Przedstawiono działającą instalację badawczą oraz przedsięwzięcie IMP PAN i SARK sp. z o.o. zmierzające do zbudowania pierwszej komercyjnej mikrosiłowni ORC. Według zapowiedzi SARK sp. z o.o. przewidywana cena takiego urządzenia zaopatrującego dom w energię cieplną i elektryczną będzie mieścić się w zakresie 30÷40 tys. zł. Obszar sprzedaży mikrosiłowni kogeneracyjnych na paliwo stałe nie ogranicza się tylko do terenu Polski, lecz może obejmować inne kontynenty, zaś same mikrosiłownie mają szansę stać się polską specjalnością i naszą marką narodową.

Wyzwania

W obliczu zmian klimatycznych oraz rosnących cen energii należy dążyć do poszukiwania nowych, czystych technologii jej produkcji, rozsądnego gospodarowania energią, a także poprawy efektywności jej wytwarzania. Obecnie wiele gospodarstw domowych używa do ogrzewania kotłów na paliwo stałe i pomimo coraz powszechniejszego wykorzystania biomasy, ciągle jeszcze stosuje się węgiel. Korzystanie z tych paliw tylko do celów grzewczych z energetycznego oraz ekonomicznego punktu widzenia jest marnotrawstwem, ponieważ wykorzystuje się wysokotemperaturowe ciepło spalania jedynie po to, by podnieść temperaturę o kilka stopni Celsjusza.

W erze wielkiego przyśpieszenia, gdy każdy rok przynosi zmiany energetyka jest jednym z najwolniej zmieniających się sektorów gospodarki. Przez długie dziesięciolecia struktura, technologie i urządzenia energetyczne nie zmieniały się, a sprawność produkcji energii elektrycznej stała na tym samym poziomie. Z powodu wysokich kosztów inwestycji i długiego czasu realizacji nowych bloków energetyką interesowała się wąska grupa specjalistów. Nie był to przedmiot rozmów zwykłych Polaków.

Energetyka w Polsce, duża i w skali mikro, obejmująca produkcję energii elektrycznej i cieplnej ma swoją specyfikę, którą jest wysokie wykorzystanie paliw stałych. Spalanie węgla i drewna w domowych piecach i kotłowniach powoduje wyjątkowo wysokie zanieczyszczenie powietrza, zimą wielokrotnie przekraczające dopuszczalne normy. Stosowanie węgla i drewna wynika z ich niskiej ceny, ubóstwa Polaków, istniejących już milionów urządzeń grzewczych oraz przyzwyczajeń, które preferują bardzo oszczędne gospodarowanie paliwami. Wszystkie te czynniki kumulują się i w efekcie w miesiącach zimowych nad Polską wisi gruba warstwa smogu.

W małych domowych piecach i kotłach spalane są miliony ton węgla i drewna, a przy okazji odpady plastikowe, gumy, makulatura - wszystko co ma nawet niewielką wartość energetyczną. Zwyczaj spalania odpadów wynika z jednej strony z ubóstwa energetycznego, a z drugiej strony jego przyczyną są głęboko zakorzenione zwyczaje oszczędzania wszystkiego o jakiejkolwiek wartości materialnej. Z takiej perspektywy stan środowiska ma znaczenie drugorzędne, najważniejsze jest żeby było tanio.

> Od kilkunastu lat w Instytucie Maszyn Przepływowych Polskie Akademii Nauk w Gdańsku prowadzone są prace nad rozwojem mikrosiłowni domowych

Lekarstwo nie musi być gorzkie

Rozwiązanie tych kilku, związanych ze sobą problemów: smogu, niskiej innowacyjności energetyki, jej centralizacji i ubóstwa energetycznego jest możliwe, jeśli spełnione zostanie podstawowe oczekiwanie Polaków, czyli tania energia. To ono jest warunkiem akceptacji i rozwoju technologii przyjaznych dla środowiska.

Wytwarzanie ciepła i energii elektrycznej w małych układach jest propozycją dla setek tysięcy Polaków, która może być przez nich zaakceptowana, ponieważ staną się producentami prądu elektrycznego i będą mieli stałe źródło dochodów. Zastąpienie dotychczas eksploatowanych domowych kotłów i pieców nowoczesnymi małymi siłowniami będzie pozytywną propozycją, zupełnie inną niż nakaz korzystania z drogich paliw i zakaz spalania miału.

Od kilkunastu lat w Instytucie Maszyn Przepływowych Polskie Akademii Nauk w Gdańsku prowadzone są prace nad rozwojem mikrosiłowni domowych. W 2006 r. ówczesny dyrektor Instytutu prof. J. Mikielewicz za-



Rys. 1. Mikrosiłownia ORC o mocy 2.5 kWe w IMP PAN

proponował zupełnie nowe podejście do ogrzewania domów i przebudowę tradycyjnych kotłów ciepłowniczych w układy składające się z kotła, turbiny i prądnicy. W ramach projektów badawczych kierowanych przez dyrektora IMP PAN prof. J. Kicińskiego w Instytucie powstały małe siłownie kogeneracyjne oparte na organicznym obiegu Rankine'a (ORC) o mocach elektrycznych od 2.5 kWe, do kilkudziesięciu kilowatów. Takie układy pozwolą produkować prąd elektryczny na potrzeby gospodarstwa domowego, małego zakładu produkcyjnego i dużego gospodarstwa rolnego, czyniąc prąd elektryczny dobrem powszechnym, a przez to tanim i łatwo dostępnym.

Sprzedaż nadwyżki energii elektrycznej do sieci daje właścicielom mikrosiłowni dodatkowe i stałe źródło dochodów. Przyjmując jako zasadę stosowanie tanich paliw, kierując się troską o środowisko naturalne a także biorąc pod uwagę zaostrzenie przepisów dotyczących emisji spalin zakłada się, że wszystkie jednostki wyposażone będą w systemy ograniczające emisje pyłów i zanieczyszczeń gazowych. Instytut prowadzi intensywne prace nad różnego rodzaju filtrami i elektrofiltrami, które drastycznie redukują emisję cząstek.

Jaki jest rynek?

Potencjalny rynek mikrosiłowni w Polsce zbliżony jest do rynku małych i domowych kotłowni i pieców obejmując gospodarstwa domowe, gospodarstwa rolne, małe firmy produkcyjne i usługowe. Obecnie ponad 3,5 mln budynków na terenie naszego kraju jest ogrzewana ciepłem z własnych kotłów. Liczba ta zmienia się, ponieważ każdego roku powstaje kilkadziesiąt tysięcy nowych budynków mieszkalnych i użyteczności publicznej. Istniejące i planowane budynki stanowią bardzo duży potencjał dla wdrożenia instalacji kogeneracji prądu elektrycznego i ciepła. W sektorze gospodarstw domowych jest miejsce na ponad milion małoskalowych instalacji kogeneracyjnych. Oczywiście w początkowej fazie rozwoju technologii będzie ona stosowana w wybranej i ograniczonej grupie użytkowników,

> Potencjalny rynek mikrosiłowni w Polsce zbliżony jest do rynku małych i domowych kotłowni i pieców obejmując gospodarstwa domowe, gospodarstwa rolne, małe firmy produkcyjne i usługowe

ale informacja o przychodach generowanych przez mikrosiłownie będzie napędzała popyt.

W Polsce kogeneracja prądu i ciepła w małej skali jest konieczna ze względu na klimat, wskazana ze względu na niską emisję oraz wysokie ceny energii elektrycznej. Obecnie domowa produkcja prądu i ciepła staje się możliwa dzięki rozwojowi energetycznych technologii małoskalowych. Przewaga mikrosiłowni zasilanych paliwami stałymi nad popularną obecnie fotowoltaiką i małą energetyką wiatrową wynika z jej niezależności od chwilowych warunków pogodowych oraz dużej dostępności i łatwości magazynowania paliwa.

Proponowana przez IMP PAN technologia skojarzonej produkcji ciepła i energii elektrycznej w mikrosiłowniach typu ORC przeznaczona jest dla małych i bardzo małych jednostek wytwarzania ciepła opartych o węgiel i biomasę. Bardzo ważnym elementem proponowanej koncepcji jest spalanie tanich paliw, aby nie doprowadzić do wzrostu kosztów eksploatacji budynków. W gospodarstwach domowych w naszym kraju spalane jest około 10 mln ton węgla kamiennego oraz około 5 mln ton drewna opałowego. W przyszłości, mikrosiłownie ORC nadal będą korzystały z tych paliw stałych, ze względu na ich konkurencyjną cenę. Do biomasy stałej, którą można sto-



Rys. 2. Mikrosiłownia oprócz ciepła produkuje energię elektryczną o mocy 2.5 kWe

sować jako paliwo w małoskalowej energetyce rozproszonej zalicza się drewno pochodzące z lasów, sadów, plantacji wieloletnich roślin energetycznych, drewno odpadowe z przemysłu drzewnego i zieleni miejskiej, roślinne odpady z produkcji rolniczej (np. słoma) i przemysłu spożywczego (np. wytłoki) oraz odpady z przemysłu celulozowo-papierniczego.

Mikrosiłownia ORC

Pierwsza, domowa mikrosiłownia kogeneracyjna ORC została opracowana i uruchomiona w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku (rys.1). Składa się ona z kotła na biomasę (prawa strona fotografii, niebiesko-srebrny prostopadłościan) oraz modułu kogeneracyjnego składającego się z turbiny, generatora prądu, wymienników ciepła i pompy zamontowanych na wspólnej ramie (lewa część fotografii). Wymiary modułu kogeneracyjnego wytwarzającego energię elektryczną są zbliżone do średniej wielkości lodówki (160x74x74 cm), kocioł jest nieznacznie większy. W kotle spaliny ogrzewają olej termalny, który oddaje ciepło do czynnika roboczego napędzającego bezpośrednio turbinę. Zastosowanie oleju termalnego wynika ze względów bezpieczeństwa, gdyż bezpośrednie ogrzewanie czynnika roboczego wymagałoby specjalnych zabezpieczeń. Przedstawiona na rys. 1 mikrosiłownia ORC jest instalacją badawczą, w której umieszczono bardzo wiele urządzeń pomiarowych służących do zbierania danych dotyczących pracy całego układu. Pomimo tego, że ta mikrosiłownia służy do badań, niemniej jednak jest w pełni operacyjna, umożliwia generację prądu i ciepła. Na rys. 2 widać zapalone żarówki zasilane prądem z mikrosiłowni. Moc cieplna urządzenia wynosi 25 kW, przy mocy elektrycznej 2,5 kWe. Mikrosiłownia jest w pełni zautomatyzowana, a jej podstawowym paliwem jest biomasa w postaci peletu. Uniwersalny kocioł umożliwia również spalanie innych paliw, np. syngazu pochodzącego z procesu zgazowania.

Pierwsza polska komercyjna mikrosiłownia kogeneracyjna ORC

Po zakończeniu badań mikrosiłowni ORC w IMP PAN pojawiło się wielu przedsiębiorców, którzy byli zainteresowani urządzeniem. Ostatecznie Instytut podjął współpracę z firmą SARK sp. z o.o. która od kilku lat zajmuje się obrotem węgla oraz biomasy pochodzenia drzewnego i rolnego. Dla IMP PAN ważne było, że firma Sark sp. z o.o. jest związana z energetyką zawodową i z odbiorcami hurtowymi paliw, a swoją działalność prowadzi na terenie całej Polski. W wyborze partnera przemysłowego istotna była także jego wieloletnia obecność na polskim rynku paliw, stabilna pozycja oraz rosnący potencjał i wartość rynkowa.

> Pierwsza, domowa mikrosiłownia kogeneracyjna ORC została opracowana i uruchomiona w Instytucie Maszyn Przepływowych PAN w Gdańsku

Od samego początku współwłaściciele Firmy: Robert Górczyński i Tomasz Zych z wielką energią przystąpili do tworzenia podstaw finansowych projektu na budowę komercyjnej mikrosiłowni ORC. Na początku 2017 r. przedsięwzięcie to uzyskało wsparcie z Polskiej Agencji Rozwoju Przemysłu w ramach programu Bony na Innowacje. Obecnie IMP PAN wraz z SARK Sp. z o.o. prowadzi prace projektowe nad kluczowymi podzespołami komercyjnej mikrosiłowni kogeneracyjnej ORC, która będzie przeznaczona do powszechnego użytku. Głównym celem tych działań jest dostarczenie tysiącom odbiorców efektywnego i niezawodnego urządzenia. Będzie to oferta skierowana zarówno do odbiorców indywidualnych oraz małych i średnich przedsiębiorstw, a także instytucji.

Według pierwszych wstępnych kalkulacji SARK sp. z o.o. cena mikrosiłowni ORC powinna być w przedziale 30÷40 tys. zł, co uczyni ją dostępną dla dużej grupy odbiorców. Ponieważ urządzenie jest we wczesnej fazie rozwoju można się spodziewać, że parametry mikrosiłowni w stosunkowo krótkim czasie ulegną znaczącej poprawie.

Polska to za mało

Biorąc pod uwagę potencjał ekonomiczny i techniczny mikrosiłowni kogeneracyjnej daje ona realną możliwość zmiany sytuacji polskiej energetyki, pozwoli wyeliminować smog a także zdynamizować polską prowincję. Jednakże potencjalny obszar wpływu nowej technologii absolutnie nie ogranicza się do Polski. Ze względu na podstawowe cechy mikrosiłowni, czyli małą moc i zasilanie z lokalnych źródeł paliw, naturalnym miejscem jej zastosowania są kraje o słabej sieci elektroenergetycznej, własnych lokalnych zasobach paliw i dużej populacji ludności. W kontekście tych czynników należy wymienić Afrykę i Azję gdzie bez dostępu do stabilnych źródeł energii elektrycznej są miliony ludzi i tam upatrywane jest miejsce eksportu bardzo wielu tego typu urządzeń. Dzięki wyjątkowym cechom mikrosiłownie mogą stać się rozpoznawalnym na świecie polskim produktem i naszą marka narodową.

□