

Przepływowa mikroelektrownia wodna

Zbigniew Goryca, Grzegorz Peczkis

1. Wstęp

Budowa elektrowni wodnej wymaga wysokich nakładów inwestycyjnych związanych głównie z budową zapory i towarzyszącej jej infrastruktury. Wysokie spiętrzanie wody powoduje zawsze ingerencję w środowisko naturalne rzeki i otaczający ekosystem. Istnieją rozwiązania mikroelektrowni wodnych umieszczanych w nurcie rzeki, minimalnie ingerujących w środowisko i produkujących niewielkie ilości energii elektrycznej. Przedstawiana przepływowa mikroelektrownia wodna należy do grupy takich mikroelektrowni, lecz różni się od nich w znaczący sposób. Wprowadzone unikalne rozwiązania konstrukcyjne zwiększają jej sprawność, upraszczają budowę i powodują zwiększenie ilości produkowanej energii elektrycznej. Przepływowa mikroelektrownia wodna może być stosowana we wszystkich rzekach o głębokości powyżej 0,4 m. Ilość uzyskiwanej energii elektrycznej jest silnie zależna od prędkości przepływającej wody. W celu uzyskania większych mocy należy umieszczać kilka mikroelektrowni równolegle. Gdy rzeka ma małą szerokość, zaleca się szeregowe umieszczanie mikroelektrowni w odległości minimum dziesięciu średnic, czyli co 3,2 m. Możliwe jest proste zwiększenie skali konstrukcji zwiększające moc mikroelektrowni.

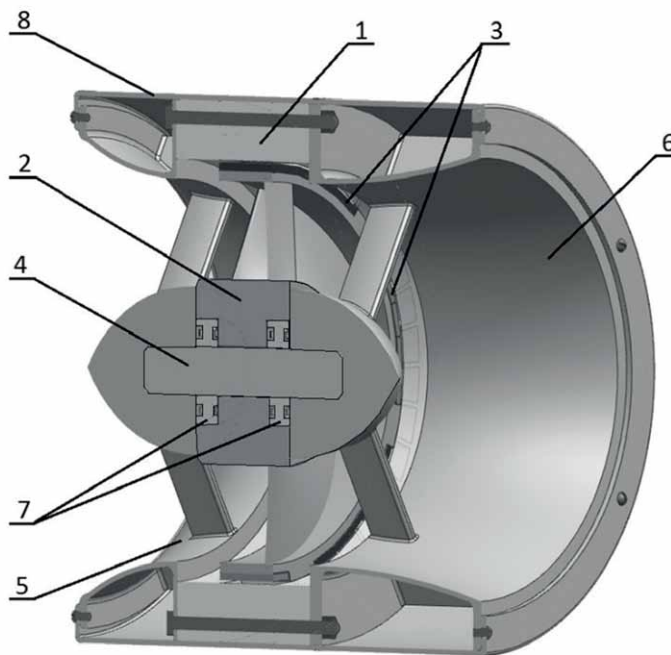
2. Konstrukcja mikroelektrowni

Celem projektu było opracowanie mikroelektrowni wodnej przeznaczonej do stosowania w niewielkich rzekach, którymi nie jest zainteresowana energetyka zawodowa. Podstawowym założeniem było wykorzystanie energii rzek i strumieni dotychczas niewykorzystywanych do generacji energii elektrycznej. Powstała konstrukcja, która może być umieszczana bezpośrednio w nurcie rzeki lub w budowłach piętrzących

wodę na małe wysokości (np. w progach wodnych piętrzących wodę do wysokości 0,5 m). Mikroelektrownia zbudowana jest z czterech głównych elementów: turbiny wodnej, generatora oraz z konfuzora i dyfuzora – te dwa ostatnie elementy przyspieszają przepływ wody przez turbinę wodną, powodując wzrost mocy, co skutkuje wzrostem ilości produkowanej energii. Istotnymi nowościami przedstawianego rozwiązania są: połączenie w jeden element wirnika turbiny wodnej z wirnikiem generatora (co znacząco upraszcza dotychczasowe konstrukcje), rezygnacja ze stosowania uszczelnień łożysk i generatora (uszczelnienia takie powodują wzrost tarcia i spadek mocy, co jest ważne zwłaszcza w przypadku tak małych konstrukcji) oraz zastosowanie nowego sposobu uzwojenia generatora (co eliminuje praktycznie połączenia czołowe i powoduje zmniejszenie masy miedzi w uzwojeniu). Mikroelektrownię

można umieszczać w rzece przy pomocy betonowej podstawy lub przy pomocy lin zamocowanych na brzegu. W przypadku głębokich rzek mikroelektrownia może być podwieszona do pływaka unoszącego się na powierzchni wody. Innym sposobem posadowienia mikroelektrowni jest umieszczenie jej w zaporze piętrzącej wodę na niewielkie wysokości. W takim przypadku wzrasta ilość produkowanej energii elektrycznej, gdyż oprócz energii kinetycznej płynącej wody wykorzystujemy energię potencjalną wynikającą z różnicy poziomów wody przed i za zaporą. Konstrukcja mikroelektrowni pokazana jest na poniższym rysunku.

Opracowana mikroelektrownia wodna wyróżnia się wśród podobnych rozwiązań prostą i zwartą konstrukcją uzyskaną dzięki połączeniu w jeden element wirnika turbiny i wirnika generatora, brakiem uszczelnień łożysk i generatora



Rys. 1. Konstrukcja mikroelektrowni: 1 - stojan generatora; 2 - wirnik turbiny będący jednocześnie wirnikiem generatora; 3 - magnesy trwałe umieszczone na zewnętrznej części wirnika; 4 - wał mikroelektrowni; 5 - konfuzor; 6 - dyfuzor; 7 - łożyska; 8 - opcjonalna obudowa

znacznie zmniejszającym opory tarć i nowatorskim sposobem uzwojenia generatora, zmniejszającym masę miedzianego uzwojenia. Połączenie w jeden element wirników turbiny i generatora eliminuje jeden z wirników, a także eliminuje sprzęgło występujące w klasycznych konstrukcjach między turbiną a generatorem. Dodatkowym plusem jest występowanie jednego wału, co dodatkowo zmniejsza masę konstrukcji. Rezygnacja z uszczelnień łożysk i generatora powoduje wprawdzie konieczność stosowania łożysk przeznaczonych do pracy w wodzie i zwiększonej izolacji generatora, ale znacząco obniża opory tarć, które występują w uszczelnieniach – ma to szczególne znaczenie w konstrukcjach małej mocy, w których opory uszczelnień powodują nawet kilkudziesięcioprocentowe zmniejszenie mocy układu. Nowatorski sposób wykonania uzwojenia generatora zmniejsza masę uzwojenia i upraszcza jego wykonanie. Większość dużych elementów – konfuzor, dyfuzor i wirnik turbiny, będący jednocześnie wirnikiem generatora – wykonano metodą drukowania 3D z polipropylenu. Pakiet blach stojana wykonano metodą cięcia laserowego. Uzwojony stojan oraz zewnętrzna część wirnika zawierająca neodymowe magnesy zostały dokładnie zaizolowane przez zalanie elastyczną i dobrze przewodzącą ciepło żywicą. Wał turbiny wykonano z nierdzewnej stali. Wiele czasu poświęcono doborowi łożysk pracujących w wodzie. Na rys. 2 pokazano wykonany prototyp mikroelektrowni.

3. Wstępne badania laboratoryjne

Z uwagi na ograniczoną wydajność pomp w dostępnym laboratorium przeprowadzono dotychczas jedynie wstępne badania laboratoryjne potwierdzające przydatność konstrukcji. Przy uzyskanej prędkości przepływu wody 1 m/s uzyskano moc mikroelektrowni na poziomie 20 W. Ponieważ moc w tego typu urządzeniach zależy od trzeciej potęgi prędkości przepływu, należy spodziewać się, że przy prędkości wody 2 m/s osiągniemy 160 W, zaś przy prędkości 3 m/s – 540 W. Ponieważ moc zależy także od powierzchni, przez którą przepływa woda, liniowemu wzrostowi średnicy mikroelektrowni powinien



Rys. 2. Widok wykonanego prototypu

towarzyszyć kwadratowy wzrost jej mocy. Jak wspomniano wcześniej, mikroelektrownię można umieszczać także w niewielkich zaporach i progach wodnych lub w zastawkach kanałów melioracyjnych. W takich przypadkach uzyskiwana moc powinna być znacząco większa, gdyż oprócz energii kinetycznej wody wykorzystywana będzie energia potencjalna wynikająca z różnicy poziomów wody przed i po spiętrzeniu. Z uwagi na obecnie niekorzystne warunki atmosferyczne badania terenowe mikroelektrowni planowane są w okresie wiosennym.

4. Wnioski

Opracowana konstrukcja może być stosowana na małych ciekach wodnych – tam, gdzie zawodowa energetyka nie jest zainteresowana budową elektrowni wodnych. Miejsc takich jest w kraju bardzo wiele. Moc mikroelektrowni i ilość uzyskiwanej z niej energii zależy w dużym stopniu od prędkości przepływu wody i dlatego mikroelektrownię należy umieszczać w tzw. bystrzach. W przypadku seryjnej produkcji można znacząco obniżyć koszt wytworzenia, gdyż konfuzor, dyfuzor i wirnik można wykonać na wtryskarce, a blachy stojana mogą być wykonane na prasie, jak ma to miejsce w przypadkach budowy seryjnych maszyn elektrycznych (silników

i generatorów). Dobrą zachętą do stosowania takich i podobnych rozwiązań byłyby także uregulowania prawne, które dopuszczałyby umieszczanie w ciekach wodnych mikroelektrowni o mocach np. poniżej 3 kW bez pozwoleń wodnoprawnych. Wykorzystanie istniejących jazów i progów wodnych do produkcji energii elektrycznej w takich i podobnych mikroelektrowniach jest możliwe bez żadnych zmian układu wodnego i bez żadnych zmian środowiskowych, a wymaga jedynie zmian prawnych. Inwestorzy prywatni już wykazują duże zainteresowanie produktem, który przy seryjnej produkcji może być konkurencyjny w stosunku do elektrowni fotowoltaicznych, nad którymi góruje ciągiem generowanej energii. ■

dr hab. inż. Zbigniew Goryca – prof. PŚk,
Politechnika Świętokrzyska, Wydział
Inżynierii Środowiska, Geomatyki
i Energetyki, Katedra Inżynierii Budowli
i Energii Odnawialnych,
e-mail: tgoryca@kki.net.pl,
zgoryca@tu.kielce.pl;

dr inż. Grzegorz Peczkis,
Politechnika Śląska, Wydział Inżynierii
Środowiska i Energetyki, Katedra Maszyn
i Urządzeń Energetycznych,
e-mail: grzegorz.peczkis@polsl.pl