

Metody chłodzenia podzespołów elektronicznych

Przegląd komponentów chłodzących dla podzespołów małej i średniej mocy

W warunkach normalnych przepływowi prądu elektrycznego towarzyszą straty mocy objawiające się rozgrzewaniem się elementów przewodzących. Ma to szczególne znaczenie dla komponentów półprzewodnikowych, ponieważ ze zmianą temperatury znacznej zmiany ulegają parametry złącza półprzewodnikowego, na skutek czego może ono ulec destrukcji. Nie można jednak powiedzieć, że problem utrzymywania stabilnych warunków temperaturowych zaistniał wraz z wynalezieniem diody, tranzystora czy układu scalonego, ponieważ ze wzrostem temperatury szybko maleje np. niezawodność kondensatorów, które są wynalazkiem wcześniejszym, jednak to dopiero nowoczesne podzespoły postawiły przed konstruktorami szczególne wymagania i zmusiły do stosowania różnych metod, jak najlepiej dopasowanych do danej aplikacji. W artykule zaprezentowano przegląd aktualnie stosowanych i popularnych metod chłodzenia podzespołów elektronicznych w skali mikro. Dzięki jego lekturze można szybko zorientować się, co „w trawie piskczy” i wybrać najlepszą metodę dla konstruowanego urządzenia.

Własności cieplne materiałów używanych do produkcji podzespołów w dużej mierze odpowiadają za późniejsze parametry eksploatacyjne i trwałość komponentów. Niestety, im



lepszy materiał, tym droższy. Na przykład jako podłoża struktur nowoczesnych mikroprocesorów pracujących z gigahercowymi częstotliwościami sygnału taktowania stosuje się odpowiednio oszlifowane płytki diamentowe, a ich obudowy wykonuje z odpowiednich materiałów ceramicznych. Niestety, po zamknięciu struktury w obudowie trudno jest stwierdzić jaka jest jakość materiałów konstrukcyjnych. Jest to może nie tyle istotne w wypadku mikroprocesorów, które zazwyczaj są produkowane przez renomowanych, dbających o swoją markę producentów, ile np. dla kondensatorów elektrolitycznych, gdzie jest mnogość różnych producentów czy firm markujących wyroby innych wytwórców. Pozostawmy jednak kwestie podzespołów i skupmy się na samych metodach chłodzenia.

Jednym z czynników wpływających na straty energii w obwodzie elektrycznym jest odpowiednia konstrukcja urządzenia. Często dążenie do uzyskania optymalnej pod tym względem konstrukcji wiąże się nie tylko z wyborem elementów chłodzących, ale również z doбором metody funkcjonowania układu. Na przykład, powszechnie wiadomo, że przy dużych prądach obciążenia czy dużej różnicy napięć pomiędzy wejściem a wyjściem właści-

wie skonstruowany zasilacz impulsowy step down generuje mniej ciepła, niż równoważny mu funkcjonalnie zasilacz liniowy. Podobnie od strony programowej – nieobciążony procesor w trybie czuwania może być taktowany sygnałem o niższej częstotliwości, niż w stanie aktywnym. Jednak w pewnych warunkach funkcjonowania urządzenia, nawet pomimo wyboru właściwej metody, straty energii są na tyle duże, że naturalne rozpraszanie ciepła jest niewystarczające i trzeba sięgnąć po pewne środki dodatkowe, po komponenty chłodzące.

Wybór elementów chłodzących lub wspomagających chłodzenie jest nie mniej istotny, niż właściwych podzespołów elektronicznych. Od jakości ich wykonania będzie zależała niezawodność urządzenia i jego zdolność do pracy w różnych warunkach klimatycznych. Powoduje to, że decyzja o wyborze marki lub producenta jest jednocześnie swego rodzaju udzieleniem kredytu zaufania, a to nie jest ani łatwe, ani aż tak bardzo jednoznaczne. Dlatego orientacja w ofercie komponentów dostępnych na rynku i aktualnie stosowanych metod chłodzenia jest dobrym wstępem do tego, aby wybór dokonany przez konstruktora elektronika był jak najbardziej świadomy i odpowiedzialny, podjęty na bazie racjonalnych przesłanek.

Radiatory giętkie**T-Wings i C-Wings – elastyczne radiatory**

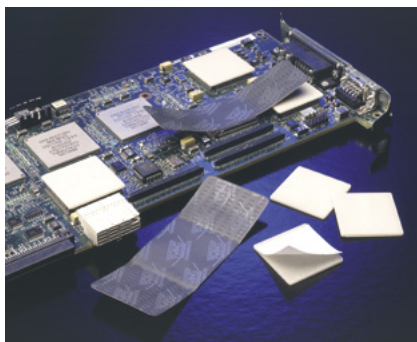
To tanie rozwiązanie problemu chłodzenia układów małej mocy. Dzięki temu, że radiatory są elastyczne, można je zamocować nawet w najbardziej ciasnych obudowach. Bardzo łatwy montaż typu „zerwij i przyklej” umożliwia uzyskanie lepszej wydajności produkcyjnej przy niższym koszcie w porównaniu z radiatorami z profilu aluminiowego.

Typowe zastosowania:

- Mikroprocesory.
- Moduły pamięci.
- Komputery typu Laptop i inne urządzenia elektroniczne o gęstym upakowaniu elementów.
- Dyski twarde o dużej prędkości.

Właściwości i zalety:

- Umożliwiają obniżenie temperatury obudowy komponentu średnio o 10-20 stopni.
- Łatwa możliwość adaptacji do istniejących rozwiązań i polepszenia parametrów termicznych.
- Niski profil 0,33 mm umożliwia stosowanie w środowisku o ograniczonej przestrzeni.
- Łatwy montaż typu „zerwij i przyklej”.
- Adhezja do wszystkich powierzchni, również zabrudzonych silikonem.
- Tanie chłodzenie dla wielu typów obudów elementów elektronicznych.
- Mały ciężar.
- Możliwość formowania w dowolne kształty (T-Wings).

**Radiatory**

Radiatory są chyba jedną z najstarszych metod chłodzenia elementów elektronicznych. Pamiętam, że w radiator były wyposażane już tzw. słupki rezystorowe w najczęściej beztransformatorowych systemach zasilania lamp, pomimo ich potencjalnie bardzo wysokiej temperatury pracy, przy której czasami drut żarzył się widocznym w ciemności, pomarańczowym kolorem. Podobnie lampy dużej mocy w tym nadawcze,

w których dodatkowo wymuszano obieg powietrza czy cieczy chłodzącej.

W wypadku radiatora trudno mówić o złożoności technicznej lub technologicznym zaawansowaniu produktu, jednak są to podzespoły przez cały czas rozwijanie przez producentów i coraz lepiej dopasowane do potrzeb współczesnych aplikacji. Póki co jeszcze nikt jeszcze nie opracował tańszej i trwalszej metody chłodzenia. Radiatory są zwykle wykonywane z metalu, a więc z su-

rowca, którego cena z roku na rok rośnie. Dąży się do zastępowania droższych metali (np. miedź) tańszymi (np. aluminium), ale nie zawsze jest to możliwe. Z drugiej strony, nowoczesne podzespoły elektroniczne są coraz mniejsze i coraz bardziej energooszczędne, a moc pobierana przez nie jest ograniczana do niezbędnego minimum. Ten trend powoduje, że producenci radiatorów sprzedają obecnie coraz więcej niewielkich radiatorów, które są stosowane przede wszystkim w urządzeniach powszechnego użytku oraz bardzo dużych, dla urządzeń energetycznych dużej mocy. Jednak w tym drugim wypadku, pomimo trudności technicznych, coraz częściej jest stosowana metoda chłodzenia z wymuszonym obiegiem cieczy chłodzącej.

Mimo, iż w pewnym sensie wspomniane trendy związane z miniaturyzacją zaciągają hamulec dla rozwoju tej branży, to jednak oferta radiatorów jest ogromna, a ich producenci stale zaskakują nas nowinkami typu radiatory giętkie (ramka), dla podzespołów SMD, wykonane z termoprzewodzących tworzyw sztucznych, miedziane przewody ciepłone poprawiające odprowadzanie ciepła, profile wykonane z kilku metali, to przykłady jednak zauważyć, że są to rozwiązania raczej

Tabela 1. Wykaz firm – dystrybutorów lub producentów radiatorów

Firma producent lub dystrybutor	Przeznaczenie					Rodzaj chłodzenia			Materiał radiatora				Sposób mocowania			
	Układy scalone	Tranzystory małej mocy	Tranzystory dużej mocy	Diody prostownicze	Tyrystory	Konwekcyjne (bez miejsca dla wentylatora)	Powietrzne (z miejscem dla wentylatora)	Cieczą	Miedź	Aluminium	Aluminium oksydowane	Tworzywa sztuczne, materiały ceramiczne	Lutowane do PCB	Przykręcane do PCB	Przykręcane do obudowy	Przyklejane do elementu
Piekarz Warszawa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak				Nie	Nie	Tak	Tak
Micros Kraków	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Łafot Puszczkowo	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Eltron Wrocław	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
TME Łódź	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Microdis Wrocław	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Dacpol Piaseczno	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie
OEM Warszawa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Arrow Warszawa	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak
Astat Poznań	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak
Farnell (dystrybutor internetowy)	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak	Tak
RS Components (dystrybutor internetowy)	Tak	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Nie	Nie	Nie	Tak	Tak	Nie	Tak	Tak	Tak	Tak

Tabela 2. Wykaz firm dystrybutorów wentylatorów i dmuchaw

Firma dystrybutor	Wentylatory						Dmuchawy					
	Zasilanie		Wybrane parametry			Zastosowanie	Zasilanie		Wybrane parametry			Zastosowanie
	DC [V]	AC [V]	Typowa żywotność [godz.]	Najmniejsze wymiary [mm]	Największe wymiary [mm]		DC [V]	AC [V]	Typowa żywotność [godz.]	Najmniejsze wymiary [mm]	Największe wymiary [mm]	
Micros Kraków	5, 9, 12, 24, 48	115, 230	45 tys.	25×25×10	176×176×89	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12	Bd	60 tys.	52×52×15	120×120×30	Komputery, automatyka przemysłowa
Lafot Puszczykowo	24	230	Bd	60×60×25	120×120×38	Automatyka przemysłowa		230	Bd	162×162×160	225×241×276	Automatyka przemysłowa
Semicon Warszawa	5, 9, 12, 24, 48	115, 230	40 tys.	Bd	200×200×70	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	5, 9, 12, 24, 48	24, 115, 230	40 tys.	Bd	160×160×40	Komputery, automatyka przemysłowa
Eltron Wrocław	5, 12, 24, 48	115, 230	60 tys.	25×25×6	105×176×38	Elektronika, automatyka przemysłowa	12, 24	Bd	65 tys.	94×94×33	220×220×56	Komputery, automatyka przemysłowa
TME Łódź	5, 12, 24, 48	115, 230	Bd	17×17×3	254×254×89	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12	Bd	Bd	35×35×7	50×50×15	Komputery, automatyka przemysłowa
Dacpol Piaseczno	5, 12, 24, 48	24, 115, 230	40 tys.	25×25×8	Ø1250×100	Komputery, automatyka przemysłowa	12, 24, 48	115, 230	40 tys.	121×121×17	400×400×350	Komputery, automatyka przemysłowa
CSI Kraków	12, 24	115, 230	40 tys.	105×105×25	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa	Bd	115, 230	40 tys.	Bd	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa
OEM Warszawa	12, 24, 48	115, 230	40 tys.	60×60×25	254×254×89	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
Arrow Warszawa	5, 9, 12, 24, 48	115, 230	50 tys.	Bd	Bd	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
Astat Poznań	-	115, 230	Bd	80×80×25	172×150×51	Automatyka przemysłowa	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd	Bd
Farnell (dystrybutor internetowy)	5, 12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa
RS Components (dystrybutor internetowy)	5, 12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Elektronika, komputery, automatyka przemysłowa	12, 24, 48	115, 230	Bd	Bd	Bd	Komputery, automatyka przemysłowa

niszowe, przeznaczone do zastosowań np. w sprzęcie komputerowych, a ich przydatność w elektronice profesjonalnej jest raczej niewielka ze względu na wysoki koszt. Więc w zastosowaniach profesjonalnych dominują tradycyjne elementy profilowane, ponieważ korzyści płynące z użycia wymienionych nowinek są nieadekwatne do ich ceny.

Każdy producent radiatorów oferuje specyficzne dla własnej oferty kształty i trudno znaleźć merytoryczne argumenty, które by wykazywały przewagę danego kształtu żeberek nad innymi. Kilka lat temu za nowość uznawane były radiatory z żeberkami szpilkowymi, jednak teraz trudno wykazać, że ich pojawienie się cokolwiek zmieniło. Ciekawostką jest, że cały czas na rynku dostępne są profile aluminiowe produkowane

przez polskiego producenta – Grupę Kęty, takie same, jakie były wykorzystywane trzy dekady temu w krajowym sprzęcie audio-wideo! Profile radiatorowe z Kęt z pewnością mają szansę zdobyć tytuł ponadczasowego produktu do zastosowań w elektronice. Niemniej, przeglądając stronę internetową producenta nie sposób odnieść wrażenia, iż jest to wyrób, do którego nie przywiązuje się większego znaczenia, małeńki ułamek oferty firmy, która rozwija się zupełnie w innym kierunku.

Ze względu na liczne kształty oraz oferowane przez dystrybutorów lub producentów usługi obróbki mechanicznej, bardzo trudno jest „rozsądnie” zestawić radiatory w tabeli ułatwiającej ich wybór. Dlatego w tabeli 1 zamieszczono ogólny wykaz firm współpra-

cujących z redakcją EP, oferujących radiatory. Niestety, po szczegóły oferty trzeba będzie skontaktować się z wybranym dystrybutorem czy producentem.

Wentylatory

Wentylator i dmuchawa są pompami powietrza i dlatego do opisu ich pracy będą miały zastosowanie te same parametry, które charakteryzują pracę każdej pompy. W wentylatorze czy dmuchawie ruch obrotowy silnika za pomocą śmigła jest zamieniany na ruch postępowy powietrza. Podstawowa różnica pomiędzy wentylatorem a dmuchawą polega na sposobie przepływu powietrza i charakterystyce wywieranego ciśnienia. Wentylator przemieszcza powietrze w kierunku, który jest prostopadły do

„Plastelina” termoprzewodząca Therm-A-Gap do wypełniania szczelin

Rodzina tych materiałów służy do wypełniania szczelin powietrznych pomiędzy elementem chłodzonym a radiatorem lub metalową obudową urządzenia. Elastyczność plasteliny termoprzewodzącej pozwala odprowadzić ciepło również z nierównych powierzchni. Jest ono odprowadzane z wielu różnych elementów lub całej płytki PCB do metalowej obudowy, radiatora, ramki lub płyty (tzw. koc termiczny). W niektórych sytuacjach dzięki zastosowaniu plasteliny pomiędzy elementem chłodzonym a obudową można uniknąć stosowania radiatorów, wykonywania otworów chłodzących w obudowie itd. Po prostu ciepło od razu wydostaje się poza obudowę.

Typowe zastosowania

- Mikroprocesory i szybkie pamięci podręczne.
- Płytki odprowadzające ciepło z przewodów cieplnych (*heatpipe*).
- Komputery PC, laptopy i inne przenośne urządzenia elektroniczne o dużym upakowaniu elementów.
- Dyski twarde o dużej prędkości obrotowej.

Właściwości i zalety

- Miękki materiał łatwo się odształca przy niewielkim docisku na elementy.
- Redukcja tzw. gorących punktów na płytce PCB przez odprowadzenie ciepła do obudowy.
- Szeroki wybór materiałów o różnych właściwościach pokrywa wiele aplikacji.
- Łatwopalność zgodnie z UL.



W wentylatorze czy dmuchawie ruch obrotowy silnika za pomocą śmigła jest zamieniany na ruch postępowy powietrza. Główne różnice pomiędzy wentylatorem a dmuchawą to sposób przepływu powietrza i charakterystyka wywieranego ciśnienia. Wentylator przemieszcza powietrze w kierunku, który jest prostopadły do płaszczyzny wirowania śmigła i słabo radzi sobie przy dużej różnicy ciśnień.



Dmuchawa przemieszcza powietrze w kierunku, który jest równoległy do płaszczyzny wirowania, przy czym w porównaniu z wentylatorem wywołuje ona mniejszy przepływ. Może przy tym pracować przy dużej różnicy ciśnień.

płaszczyzny wirowania śmigła. Może przy tym powodować znaczny jego przepływ, ale słabo radzi sobie przy dużej różnicy ciśnień, wydmuchując powietrze „przeciwko” wysokiemu ciśnieniu. Dmuchawa przemieszcza powietrze w kierunku, który jest równoległy do płaszczyzny wirowania, przy czym w porównaniu z wentylatorem wywołuje ona mniejszy przepływ. Jej zaleta jest taka, że różnica ciśnień może być duża, tzn. dmuchawa, inaczej niż wentylator, może pracować „przeciwko” dużemu ciśnieniu zewnętrznemu.

W większości aplikacji użytkownik ma do czynienia z wentylatorem w postaci śmigła przymocowanego do rotora silnika wprawiającego je w ruch wirowy. Śmigło otoczone jest niewielką osłoną, która jednocześnie ma na brzegach od dwóch do kilku otworów na śruby mocujące. Można spotkać również specjalne typy wentylatorów, osłonięte rodzajem tuby lub umieszczone wewnątrz kanału nawiewnego. Osłony te, oprócz mechanicznego zabezpieczenia wentylatora, redukują również wiry powstające na krawędziach łopatek śmigła tym samym zmniejszając hałas. Do napędzania wentylatorów i dmuchaw stosowane są silniki indukcyjne

zasilane prądem przemiennym lub silniki bezszczotkowe zasilane prądem stałym.

Tak wentylatory, jak i dmuchawy, produkowane są jako lewoskrętne i prawoskrętne. Przeważnie wentylatory oferowane przez producentów mają minimalne napięcie zasilania 5 V DC, a maksymalne 230 V AC. Te wartości napięcia zasilającego wynikają z wielkości napięć występujących w urządzeniach elektronicznych.

Dla trwałości wentylatora kluczowe znaczenie ma sposób łożyskowania wirnika, ponieważ to jego jakość i trwałość w największym stopniu decydują o czasie życia wentylatora w aplikacji. Do aplikacji warto wybierać te wentylatory, które mają łożyskowanie magnetyczne. Różnica pomiędzy rozwiązaniem tradycyjnym, a wspomnianym, polega na obniżeniu środka ciężkości rotora oraz stabilizację orbity wirnika przez zastosowanie odpowiednio ukształtowanego statora i płytki „lewitującej” w polu magnetycznym magnesu stałego. W ten sposób uzyskuje się redukcję drgań rotora, co przekłada się wprost na znaczne zmniejszenie hałasu i obniżenie poboru energii.

Wentylatory są dostępne w ofercie wielu firm dystrybutorów. „Każda pliszka swój

ogonek chwali” i naprawdę bardzo trudno jest dokonać wyboru. Osobiście, gdy stosowałem wentylatory w aplikacjach, to wybierałem takie od sprawdzonych producentów, czasami jako kryterium stosując poziom generowanego hałasu, a czasami po prostu cenę. Trzeba jednak mieć na uwadze, że awaria wentylatora może mieć bardzo nieprzyjemne następstwa i dlatego nie warto kierować się tylko ceną. W tabeli 2 zamieszczono zestawienie nazw firm współpracujących z redakcją EP oraz mających w swojej ofercie wentylatory i dmuchawy przeznaczone do chłodzenia podzespołów elektronicznych.

REKLAMA

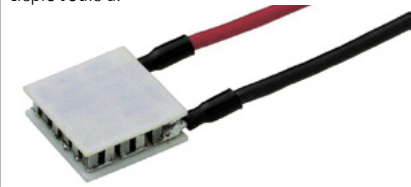
POLECANY PRODUKT**WENTYLATORY****Ponad 15 lat doświadczenia****ELEMCO**

- Regularne dostawy – oferta magazynowa
- Uznani dostawcy – gwarantowana jakość
- Szeroki asortyment
od 2 cm do 60 cm
DC: 5 V, 12 V, 24 V oraz AC: 115 i 230 V
z radiatorami (do CPU)

ul. Wolska 84/86 l. 208
01-141 Warszawa
tel. 228 773 773, info@elemco.pl



Wygoda stosowania modułów Peltiera jest okupiona wysokimi kosztami zakupu i eksploatacji. Transport ciepła wymaga dostarczenia sporej mocy zasilania, co przy niskim napięciu wymusza zasilanie dużym prądem i jest sporym problemem. Nie tylko ze względu na sposób zasilania, ale również z powodu rosnącego wraz z kwadratem natężenia prądu ciepła Joule'a.



Moduły Peltiera

Jako element chłodzący ogniwa Peltiera są stosowane najczęściej w urządzeniach, w których jest konieczne odbieranie dużej mocy cieplnej i zapewnienie odporności na czynniki występujące w środowisku pracy. Za ich pomocą można na przykład chłodzić komponenty elektroniczne w szczelnie zamkniętej obudowie, w wysokiej temperaturze otoczenia i w niekorzystnych warunkach pracy. W warunkach dystrybucji krajowej, ze względu na wysoki koszt zakupu i stosowania, moduły Peltiera trafiają przede wszystkim do specjalistycznego, drogiego sprzętu, do systemów telekomunikacyjnych, aparatury badawczo-naukowej oraz sprzętu wojskowego, głównie pracującego na otwartej przestrzeni (na zewnątrz budynku).

Niestety, wygoda stosowania modułów Peltiera jest okupiona wysokimi kosztami zakupu i eksploatacji. Wymuszenie transportu ciepła wymaga dostarczenia sporej mocy zasilania, co przy niskim napięciu (zwykle rzędu 12 V) wymaga zasilania dużym prądem i jest sporym problemem. Nie tylko ze względu na sposób zasilania, ale również z powodu rosnącego wraz z kwadratem natężenia prądu ciepła Joule'a. Jak pamiętamy, powstaje ono na skutek przepływu prądu, w tym wypadku przez półprzewodnik tworzący ogniwo Peltiera. Dlatego moduły Peltiera często wykonuje się jako wiele pojedynczych ogniw połączonych kaskadowo, co umożliwia uzyskanie pożądanej sprawności odprowadzania ciepła bez konieczności podnoszenia natężenia prądu zasilającego. Pojedyncze ogniwa są montowane pomiędzy płytkami z materiału ceramicznego i łączone za pomocą miedzianych ścieżek. Niestety, taki sposób wykonania ogniwa podnosi jego cenę. Z racji dużej gęstości oddawanej energii termicznej moduły Peltiera stosuje się zwykle wraz z radiatorami i pastą termoprzewodzącą, co jest ich wadą. Do wad należy też zaliczyć konieczność ich zasilania.

Wśród firm współpracujących z EP moduły Peltiera przeznaczone do chłodzenia układów elektronicznych małej mocy mają w swojej ofercie Micros, TME, Farnell i RS Components. Zestawienie wybranych pro-

Tabela 3. Parametry modułów Peltiera z oferty TME

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [°C]	Moc odprowadzanego ciepła [W]
RC3-8-01LS	20×20×3,53	4,1	7,4	0,4	73	19
RC6-8-01LS	30×30×3,53	4,1	7,4	0,9	73	43
PM-15X15-9.5	15×15×3,7	2,0	8,5	0,24	68	9,5
PM-30X30-36	30×30×3,3	14,6	4,3	3,1	68	36
PM-40X40-53	40×40×3,8	14,9	6,4	1,98	68	53
PM-40X40-89	40×40×3,3	15,8	10,5	1,08	67	89
PM-62X62-267	62×62×4,8	16,2	30,7	0,27	68	267

Tabela 4. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy Micros (w pełnej ofercie firmy jest 126 elementów, stan na styczeń 2012)

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [°C]	Moc odprowadzanego ciepła [W]
TEC1-00703	15×15	2,0	3	0,51	68	3,6
TEC1-00704	15×15	2,0	4	0,39	68	4,8
TEC1-00705	15×15	2,0	5	0,31	68	6,0
TEC1-00706	15×15	2,0	6	0,26	68	7,1
TEC1-00707	15×15	2,0	7	0,25	68	8,3
TEC1-00710	15×15	2,0	10	0,16	68	11,9
TES1-24110	40×40	29,2	10	2,46	68	168,7

Tabela 5. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy Farnell (w pełnej ofercie firmy jest 45 elementów, stan na styczeń 2012)

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [°C]	Moc odprowadzanego ciepła [W]
MCHPE-071-10-08-E	Bd	8,9	6	1,21	69	30
MCHPE-127-10-08-E	Bd	15,7	6	2,3	69	55
MCHPE-127-14-06-E	Bd	15,7	15,4	0,85	68	150
MCHPE-128-10-05-E	Bd	15,8	9	1,4	68	88
MCHPE-071-10-08-E	Bd	24,8	15,4	Bd	68	222
MCHPE-200-14-06-E	Bd	24,6	8,5	2,4	71	121
MCTE1-19913L-S	Bd	24,1	13	1,4	68	200

Tabela 6. Parametry wybranych modułów Peltiera z oferty firmy RS Components (w pełnej ofercie firmy jest 79 elementów, stan na styczeń 2012)

Model	Wymiary [mm]	U maks. [V]	I maks. [A]	Rezystancja [Ω]	Różnica temperatur [°C]	Moc odprowadzanego ciepła [W]
ET-007-08-15-RS	6×6×3,8	0,9	2,2	0,4	Bd	1,2
ET-007-10-15-RS	8×8×3,8	0,9	3,2	0,4	Bd	1,6
ET-011-05-15-RS	6×4×3	1,4	0,8	1,5	Bd	0,6
ET-127-20-15-RS	55×55×4,6	15,7	13,1	1,1	Bd	128,7
ET-017-08-15-RS	9×9×3,8	2,1	2,2	0,86	Bd	2,8
ET-127-20-25-RS	55×55×5,6	15,7	8	1,75	Bd	78,7
ET-031-20-25-RS	30×30×5,6	3,8	8	0,43	Bd	18,8

duktów dostępnych w ofercie firm zamieszczono w tabelach 3...6.

Chłodzenie za pomocą cieczy

Wraz ze wzrostem szybkości pracy mikroprocesorów, przede wszystkim produkcji płyt głównych do komputerów PC prześcigają się w różnych opracowaniach tego typu. Podstawową wadą takiego systemu chłodzenia jest bowiem konieczność zachowania jego szczelności przy jednocze-

snym dopasowaniu do wymiarów obudowy czy urządzenia. Taki komfort mają przede wszystkim konstruktorzy urządzeń wytwarzanych w wielu tysiącach sztuk, gdzie koszty opracowania niejako „rozkłada się” na poszczególne, wyprodukowane egzemplarze, albo konstruktorzy bardzo drogich urządzeń na przykład znajdujących zastosowanie w energetyce. Za pomocą chłodzenia tego typu można oddzielić odbieranie ciepła od jego rozpraszania. Pozwala to na znacz-

Systemy chłodzenia cieczą charakteryzują się dużą wydajnością, ale jednocześnie są rozwiązaniem kłopotliwym i rozbudowanym technicznie, wymagającym okresowej obsługi, nawet w zastosowaniach nieprofesjonalnych. Na fotografii przedstawiono radiator przeznaczonych do chłodzenia wodnego mikroprocesory wytwarzany przez firmę Asus.



ne odsunięcie od siebie obu tych miejsc i uniknięcie niedogodności związanych z hałasem wytwarzanym przez wentylatory wymuszające przepływ powietrza lub pompę powodującą przepływ cieczy w instalacji. Ale nic za darmo. Owszem, systemy chłodzenia cieczą charakteryzują się największą wydajnością, zwłaszcza przy zastosowaniu nowoczesnych płynów chłodzących na bazie glikoli, ale jednocześnie są rozwiązaniem kłopotliwym i rozbudowanym technicznie, wymagającym okresowej wymiany lub obsługi, a tym samym droгим nie tylko w budowie, ale i w eksploatacji.

Podsumowanie

Producenci i dystrybutorzy wentylatorów, radiatorów oraz innych produktów przeznaczonych do chłodzenia komponentów elektronicznych stale zmieniają swoją ofertę i dopasowują ją do zmieniającego się rynku. Najwięcej innowacji dotyczy wentylatorów. Mimo, że na od kilku lat można zaobserwować wyraźny trend, aby usuwać z urządzeń wentylatory i zastępować je systemami chłodzenia pasywnego, to w wielu aplikacjach nie da się ich jeszcze niczym zastąpić. Dlatego wszystkie działania, które poprawiają trwałość komponentów chłodzących są przez rynek bardzo pożądane. Przykładem mogą być wentylatory z zwiększoną szczelnością, co ogranicza negatywny wpływ kurzu i zanieczyszczeń na elementy ruchome. Takie ulepszone wykonania są dostępne u wielu renomowanych dostawców. Producenci walczą również z hałasem powodowanym przez elementy chłodzące, ponieważ narzekają na niego użytkownicy. Dotyczy to zwłaszcza urządzeń automatyki pracujących w bezpośredniej bliskości obsługi oraz w mniejszej skali – chociażby komputerów osobistych.

Jeśli chodzi o radiatory to podążają one za rozwojem w zakresie podzespołów, co oznacza np. pojawienie się wersji przeznaczonych dla elementów SMD, radiatorów przyklejanych itp. W wielu urządzeniach elektronicznych do rozpraszania wydzielanego ciepła jest wykorzystywana płytka drukowana. Konstruktorzy wykorzystują ją jako bazowy element nośny dla całego układu elektronicznego i dlatego coraz częściej pojawia się zapotrzebowanie na produkty pozwalające usprawnić proces rozpraszania ciepła w takich projektach. Rośnie również zapotrzebowanie na materiały termoprzewodzące: kleje, laminaty metalowo-epoksydowe oraz specjalne radiatory do chłodzenia diod LED. Nowe podzespoły i postępująca miniaturyzacja urządzeń, stawiają przed konstruktorami coraz to nowsze wymagania.

Jacek Bogusz, EP

ELTRON

automatyka elektronika elektrotechnika

Wentylatory

salzer®

Szeroka gama wentylatorów osiowych w ofercie firmy Salzer

- Wentylatory o różnych rozmiarach standardowych i nominalnych napięciach pracy 12/24 VDC oraz 115/230/380 VAC
- W razie potrzeby dostępne dodatkowe akcesoria takie jak kratki wentylacyjne i zabezpieczające o różnych wymiarach
- Wykonane zgodnie z obowiązującymi normami m.in. CE, TUV, VDE, UL i inne



pl. Wolności 7b, 50-071 Wrocław

tel.: +48 71 / 343 97 55, 344 25 32

fax: +48 71 / 343 96 64, 344 11 41

www.eltron.pl