

Kłopoty z ciepłem



Podczas przepływu prądu przez elementy elektroniczne wydziela się ciepło. Źródłem ciepła jest czynna struktura półprzewodnikowa tranzystora (tranzystorów). Wydzielane ciepło powoduje wzrost temperatury. Jeśli temperatura tej struktury wzrośnie powyżej $+150^{\circ}\text{C}$, poważnie rośnie ryzyko uszkodzenia. Aby temu zapobiec, należy skutecznie odprowadzić ciepło ze struktury. Problemy dają o sobie znać, gdy wydzielana moc cieplna jest większa niż 1W. Tranzystory mocy umieszczane są w odpowiednich obudowach, niemniej do skutecznego odprowadzenia i rozproszenia do otoczenia większych ilości ciepła konieczny jest radiator. Dobór wielkości radiatora jest obszernym zagadnieniem, wykraczającym poza ramy artykułu. Temat ten był szerzej omawiany w artykułach z cyklu Tranzystory dla początkujących: *Radiator EdW 8-9/98* oraz *Radiatory w sprzęcie elektronicznym EdW 12/1999* str. 34, *Prosty miernik radiatorów EdW 1/2000* str. 15.

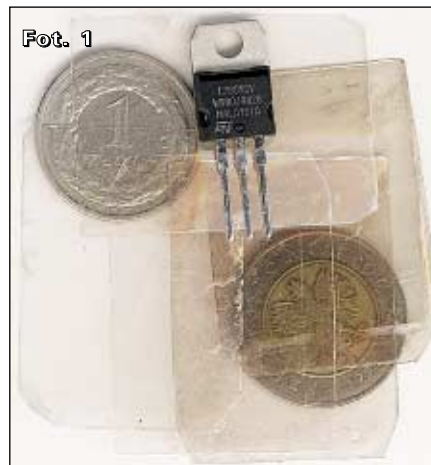
Niniejszy materiał dotyczy jedynie problemu smaru i podkładek.

Zawsze należy zapewnić jak najlepszy kontakt termiczny między tranzystorem a radiatorem. Pasta przewodząca ciepło znacząco polepsza przewodzenie ciepła. Od wielu lat wykorzystuje się do tego pasty oparte na bazie silikonów (specyficznych związków krzemu). Ze względu na pewne wady (wolne parowanie półpłynnego silikonu), spotyka się też inne rodzaje smarów termoprzewodzących. **Fotografia wstępna** pokazuje pojemnik z klasyczną pastą silikonową i torebkę ze smarem do radiatorów (Heatsink compound), pochodzącą z zestawu wentylatora komputerowego.

Uwaga! W elektronice należy wykorzystywać specjalne silikonu przeznaczone do omawianych celów. Popularne silikonu budowlane mają inne właściwości i nie są zalecane.

Odpowiednia pasta silikonowa (smar) polepsza przewodnictwo cieplne, ale nie izoluje tranzystora od radiatora. Tymczasem w wielu wypadkach konieczne jest odizolowanie elektryczne tranzystora od radiatora przy zachowaniu możliwie dobrego przewodnictwa cieplnego. Wtedy konieczne są podkładowki izolacyjne. Od dawna stosowano

w tym celu miki, która ma dobre przewodnictwo cieplne, a jednocześnie jest doskonałym izolatorem pod względem elektrycznym. **Fotografia 1** pokazuje kilka płytek miki różnej grubości (odzyskanych ze starych grzałek przemysłowych). Mika ma dobre właściwości mechaniczne, grubszy płatek łatwo jest rozłupać nożem na dwa cieńsze, a przy odrobinie ostrożności wywiercenie czy wycięcie niezbędnych otworów też nie stanowi problemu. Nawet cieniutki płatek miki zapewnia skuteczną izolację elektryczną między tranzystorem a radiatorem dla napięć do kilkuset woltów.



W układach profesjonalnych zamiast miki czasem stosuje się izolację w postaci tlenku glinu lub (bardzo trującego) tlenku berylu. Oba te związki chemiczne mają bardzo dobre współczynniki przewodnictwa cieplnego i jednocześnie bardzo dobrą wytrzymałość na przebicie elektryczne. **Fotografia 2** pokazuje moduł Peltiera, którego zewnętrzne płytki wykonane są właśnie z tlenku glinu.

Od kilku lat popularne są też miękkie, cienkie podkładowki (zwykle białe lub jasnoszare), również wykonywane w oparciu o silikonu. Często nazywa się je podkładowkami z gumy silikonowej. Takie podkładowki przeznaczone do konkretnych obudów dużej mocy można zobaczyć na **fotografii 3**. Na fotografii tej widać także ciemniejszy arkusz gumy silikonowej, z którego można wyciąć nożyczkami podkładowkę o dowolnym kształcie.



Smar silikonowy (pasta) ma za zadanie jedynie polepszyć przewodnictwo cieplne między obudową tranzystora a radiatorem przez wypełnienie mikronierówności i tym samym zwiększenie aktywnej powierzchni styku.



Ogólna zasada jest prosta: jeśli izolacja galwaniczna nie jest konieczna, należy stosować tylko smar polepszający przewodzenie ciepła. Cieniutka warstewka smaru zapewni optymalne przewodnictwo cieplne. Podkładka mikowa, mimo stosunkowo dobrych właściwości cieplnych, nie polepsza przewodnictwa cieplnego, wprost przeciwnie zawsze pogarsza je. Każda, nawet bardzo cienka (0,05mm) warstwa miki pogarsza przewodzenie ciepła. Zapewnia za to wymaganą izolację elektryczną tranzystora od radiatora. Podkładowki mikowe należy więc stosować tylko wtedy, gdy konieczne jest odizolowanie elektryczne tranzystora lub układu scalonego od radiatora.

Ciąg dalszy na stronie 25.

Ciąg dalszy ze strony 23.

W przypadku stosowania przekładek mikiowych należy koniecznie zastosować też pastę: podkładkę mikiową przed zmontowaniem należy z obu stron posmarować cienką warstwą smaru.

Niektóre podkładki silikonowe łączą oba te zadania: zapewniają izolację elektryczną, a dzięki elastyczności tworzywa wypełniają mikronierówności i polepszają przewodnictwo cieplne (białe przekładki na fotografii 3). Stosując taką podkładkę z gumy silikonowej nie należy stosować ani smaru, ani miki.

Czym cieńsza podkładka, tym lepsze przewodnictwo cieplne, ale mniejsza wytrzymałość elektryczna. Według niektórych źródeł najcieńsze podkładki silikonowe zapewniają kontakt termiczny tak dobry, jak smar. Generalnie jednak należy się liczyć z tym, że podkładki z gumy silikonowej będą mieć właściwości trochę gorsze, niż smar. Grubość podkładki należy dobrać stosownie do roboczych napięć między tranzystorem a radiatorem. Przy dużych napięciach pracy, rzędu 1000V i więcej, należy stosować odpowie-

dnio grube przekładki. W przypadku stosowania przekładek izolacyjnych, zarówno mikiowych jak i silikonowych, konieczne jest zastosowanie dodatkowych tulejek izolacyjnych, żeby również oddzielić obudowę tranzystora od śruby. Takie tulejki izolacyjne pokazane są na **fotografii 4**. Dodatkowo trzeba zatroszczyć się o skuteczne odizolowanie wszelkich elementów przewodzących i podjąć środki uniemożliwiające przebicie między elementami o dużej różnicy potencjałów. Ten temat wykracza jednak poza ramy artykułu.



Konstruując zasilacz, o ile to możliwe, warto stosować połączenie tylko z pastą przewodzącą, a w razie konieczności izolować radiator od obudowy. Nieco inaczej jest ze wzmacniaczami audio. Metalowe obudo-

wy tranzystorów mocy mają różne potencjały – tu z reguły stosuje się przekładki izolacyjne, a radiator ma potencjał masy. Scalone wzmacniacze mocy mają wkładkę radiatorową swej obudowy połączoną z ujemną szyną zasilania. Tymczasem cała metalowa obudowa wzmacniacza połączona jest obwodem masy. W przypadku wzmacniacza samochodowego nie ma problemu - przekładek izolacyjnych nie trzeba, bo ujemna szyna zasilająca to masa. Natomiast w przypadku wzmacniaczy zasilanych napięciem symetrycznym (np. TDA2030, TDA2040, TDA7294, LM3886) albo trzeba oddzielić przekładką układ scalony od radiatora godząc się na gorsze przewodnictwo cieplne, albo odizolować radiator od obudowy godząc się, by radiator pozostawał na potencjale ujemnego napięcia zasilania. W praktyce we wzmacniaczach audio najczęściej stosuje się wersję pierwszą: przekładki izolacyjne między układem scalonym a radiatorem, by uniknąć kłopotów podczas przypadkowego zwarcia radiatora do blaszanej obudowy urządzenia.

Zbigniew Orłowski