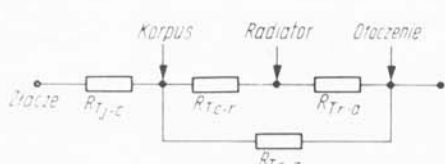


### 3.6.2. Zastosowanie radiatorów

Radiatory są niezbędne do przejmowania nadmiaru ciepła z nagrzewających się elementów półprzewodnikowych. Jako miarę skuteczności odprowadzania ciepła przez radiatory przyjmuje się rezystancję termiczną radiator-otoczenie  $R_{Tr-a}$ .



Rys. 3.25. Rezystancje termiczne występujące między złączem elementu półprzewodnikowego a otoczeniem

Miedzy złączem tranzystora a otoczeniem wystąpi szereg rezystancji termicznych, które decydują o wartości mocy strat, jaka może się wydzielić w elemencie w określonych warunkach. Na rysunku 3.25 przedstawiono układ rezystancji termicznych występujących między złączem tranzystora a otoczeniem, przy czym poszczególne składniki oznaczają:

$R_{Tj-c}$  – rezystancję termiczną złącze-korpus elementu,

$R_{Tc-r}$  – rezystancję termiczną korpus-radiator,

$R_{Tr-a}$  – rezystancję termiczną radiator-otoczenie,

$R_{Tc-a}$  – rezystancję termiczną korpus-otoczenie.

Ponieważ zwykle  $R_{Tc-a} \gg R_{Tc-r} + R_{Tr-a}$ , można ją pominąć i wówczas rezystancja termiczna złącze-otoczenie wyniesie:

$$R_{Tj-a} = R_{Tj-c} + R_{Tc-r} + R_{Tr-a} \quad (3.43)$$

Rezystancja termiczna złącze-korpus jest stałą konstrukcyjną elementu, na którą użytkownik nie ma wpływu, natomiast pozostałe rezystancje można zmniejszać w dość szerokich granicach.

Rezystancja termiczna korpus-radiator jest właściwie rezystancją termiczną styku, która będzie najmniejsza w przypadku bezpośredniego montowania elementu na radiatorze z dodatkiem ewentualnie smaru silikonowego i będzie wzrastać w przypadku stosowania podkładek izolujących. Rezystancja radiator-otoczenie będzie zależała od rozmiarów powierzchni czynnej radiatora, jej barwy, kształtu, materiału, z którego został wykonany oraz sposobu ustawienia.

Ogólnie przyrost temperatury złącza elementu półprzewodnikowego będzie zależny od wartości wydzielonej w nim mocy i od rezystancji termicznej do otoczenia zgodnie z zależnością:

$$T_j - T_a = P_c R_{Tj-a} \quad (3.44)$$

Korzystając z zależności (3.43) i (3.44) można wyznaczyć niezbędną rezystancję termiczną radiatora przy założonej mocy strat, temperaturze otoczenia i dopuszczalnej temperaturze złącza:

$$R_{Tr-a} = \frac{T_j - T_a}{P_c} - R_{Tj-c} - R_{Tc-r} \quad (3.45)$$

Jako dopuszczalną temperaturę złącza dla tranzystorów krzemowych należy przyjąć  $100 \div 150^\circ\text{C}$ , a dla tranzystorów germanowych  $40 \div 60^\circ\text{C}$ .

Rezystancje termiczne między korpusem tranzystora a radiatorem dla kilku przypadków przedstawione są w tabelicy 3.2 [6], dane te nie dotyczą jednak małych tranzystorów z radiatorami typu klipsowego, dla których rezystancja wzrasta do około  $40 \div 60^\circ\text{C/W}$ . Rezystancja termiczna złącze-korpus podawana jest zwykle w katalogach, a w przypadku jej braku może być wyznaczona z innych danych katalogowych na podstawie zależności:

$$R_{Tj-c} = \frac{T_{j\max} - T_c}{P_{c\max}} \quad (3.46)$$

gdzie:

$T_{j\max}$  – maksymalna dopuszczalna temperatura złącza,

$P_{c\max}$  – maksymalna moc strat przy określonej temperaturze korpusu,

$T_c$  – temperatura korpusu, przy której określono maksymalną moc strat.

Rezystancje termiczne między korpusem tranzystora a radiatorem w przypadku stosowania podkładek izolacyjnych

Tabela 3.2

| Rodzaj styku                                 | $R_{Tc-r}$ [ $^\circ\text{C/W}$ ] |
|--|-----------------------------------|
| Bez podkładki                                | $0,2 \div 0,5$                    |
| Bez podkładki z dodatkiem smaru silikonowego | $0 \div 0,3$                      |
| Z podkładką z oksydowanego Al                | $1,4 \div 1,5$                    |
| Z podkładką ze smarem silikonowym            | $0 \div 0,3$                      |
| Z podkładką mikową $40 \mu\text{m}$          | $2 \div 2,5$                      |
| Z podkładką ze smarem silikonowym            | $0,5 \div 0,8$                    |

W przypadku stosowania radiatora płaskiego wymagana wartość powierzchni może być wyznaczona z zależności:

$$S = \frac{1}{\lambda_T R_{Tr-a}} \quad (3.47)$$

gdzie  $\lambda_T$  – współczynnik wymiany ciepła.

Wartość tego współczynnika dla kilku materiałów podaje tabela 3.3.

Wartości współczynników wymiany ciepła dla kilku materiałów

Tabela 3.3

| Materiał | $\lambda_T$ [ $\text{W/cm}^2\text{C}$ ] |
|----------|---|
| Miedź    | $1,43 \times 10^{-3}$                   |
| Al       | $0,75 \times 10^{-3}$                   |
| Żelazo   | $0,21 \times 10^{-3}$                   |

W przypadku odprowadzania większych mocy stosuje się zwykle radiatory żebrkowe, ponieważ jednak obliczenie takiego radiatora jest stosunkowo skomplikowane, ze względu na konieczność uwzględnienia wielu czynników wpływających na skuteczność oddawania ciepła, ograniczono się do podania przykładów wyznaczania potrzebnych parametrów na podstawie gotowych wykresów.