

# КВАНТОВОФИЗИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫДЕЛЕНИЯ В МЕТАЛЛИЧЕСКОМ ПРОВОДНИКЕ С ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ ТОКОМ

Баранов М.И.<sup>1</sup>, Рудаков С.В.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт  
“Молния” Национального технического университета

“Харьковский политехнический институт”, г. Харьков

<sup>2</sup>Национальный университет гражданской защиты Украины, г. Харьков

Приведены результаты квантовофизического подхода к расчету процесса тепловыделения в однородном электропроводящем материале круглого металлического проводника с электрическим аксиальным током  $i_0(t)$  различных видов (постоянного, переменного и импульсного) и амплитудно-временных параметров (АВП). В основу данного подхода была положена квантовая теория электропроводности металлов, построенная, как известно, на базе квантовой механики и квантовой статистики Ферми – Дирака. Применение данной теории применительно к дрейфующим свободным электронам исследуемого проводника позволило в приближенном аналитическом виде определить удельную мощность  $P_i$  и соответственно удельную энергию  $W_i$  тепловых потерь на “горячих” ( $i=1$ ) и “холодных” ( $i=2$ ) продольных участках его токоведущей части, квантованным образом периодически возникающих вдоль проводника вследствие проявления в нем волновых свойств его микроносителей электричества и формирования ими (дрейфующими электронами) макроскопических квантованных волновых электронных пакетов (ВЭП). При нахождении указанных значений  $P_i$  и  $W_i$  были использованы известные зависимости удельной электропроводности  $\gamma_i$  материала проводника от средней длины пробега  $\lambda_i$  в нем дрейфующих электронов (значения  $\lambda_i$  определяются главным образом периодом  $d_i$  кристаллической решетки, концентрацией ионов  $N_i$  и валентностью  $k_i$  металла проводника), их скоростей  $v_i$  теплового движения (значения  $v_i$  определяются только энергией Ферми  $E_F$ ) и электронной плотности  $n_{0i}$ . Впервые расчетным путем показано, что значения удельных мощностей  $P_i$  и энергий  $W_i$  тепловых потерь в рассматриваемом проводнике прямо пропорциональны величинам плотностей  $n_{0i}$  дрейфующих свободных электронов на его “горячих” и “холодных” продольных участках. В связи с заметным различием величин электронных плотностей  $n_{0i}$  на “горячих” и “холодных” продольных участках проводника с током различных АВП (из-за формирования вдоль проводника квантованных ВЭП) существенно различными оказываются и температуры  $T_i$  на его данных участках. Исходя из найденных выражений для  $W_i$  и постоянства удельной объемной теплоемкости  $c_i$  для электропроводящего материала проводника вплоть до его температуры плавления, получены формулы для приближенного расчета температуры нагрева  $T_i$  “горячих” и “холодных” продольных участков исследуемого проводника. Численные оценки значений температуры  $T_i$  по данным квантовофизическим формулам показывают, что температуры на “горячих” и “холодных” продольных участках проводника с током  $i_0(t)$  могут существенно отличаться друг от друга. Показано, что это отличие температур  $T_i$  на его “горячих” и “холодных” продольных участках может достигать до 3,5 раз.