

## ВОЛНОВЫЕ ЭЛЕКТРОННЫЕ ЯВЛЕНИЯ И ТЕПЛОФИЗИКА НАГРЕВА МЕТАЛЛИЧЕСКОГО ПРОВОДНИКА ИМПУЛЬСНЫМ ТОКОМ БОЛЬШОЙ ПЛОТНОСТИ

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

<sup>1</sup>*НИПКИ «Молния» Национального технического университета  
«Харьковский политехнический институт»*

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

Расчетно-экспериментальным путем установлено, что в круглом металлическом проводнике с импульсным аксиальным током большой плотности (порядка  $10^8$  А/м<sup>2</sup> и более) из-за протекания в его проводящей структуре квантованных волновых электронных процессов возникают квантованные (с квантовым числом  $n=1,2,3,\dots$ ) чередующиеся между собой относительно “горячие” и “холодные” продольные участки, образующие квантованные периодические продольные волновые электронные пакеты (ВЭП) макроскопических размеров. Данные ВЭП вызывают появление в указанном металлическом проводнике неравномерного периодического продольного температурного поля. Опытным путем было показано, что в результате однократного воздействия на опытный образец круглого оцинкованного стального провода (с наружным цинковым покрытием толщиной 5 мкм) радиусом  $r_0=0,8$  мм, сечением  $S_0=2,01$  мм<sup>2</sup> и длиной  $l_0=320$  мм, размещенного в разрядной цепи мощного высоковольтного генератора импульсного тока (ГИТ-С), аperiodического импульса тока временной формы  $t_m/\tau_p \approx 9$  мс/160 мс ( $t_m$  – время, соответствующее амплитуде  $I_m$  тока;  $\tau_p$  – длительность импульса тока на уровне  $0,5 \cdot I_m$ ) с усредненной плотностью  $\delta_m = I_m/S_0 = 3,7 \cdot 10^8$  А/м<sup>2</sup> в металле исследуемого провода могут формироваться продольные ВЭП с квантовыми числами  $n=1,3,9$ . При этом в зоне квантованных “горячих” продольных участков одинаковой шириной  $\Delta z_{nh} \approx 7$  мм возникают вспученные сфероподобные “образования” с температурой не менее температуры плавления  $\theta_{m1} = 1535$  °С массивного стального основания провода, а в зоне квантованных “холодных” крайних шириной  $\Delta z_{ncb} \approx 0,5(l_0/n - \Delta z_{nh})$  и внутренних шириной  $\Delta z_{nci} \approx (l_0/n - \Delta z_{nh})$  продольных участков – цилиндрические “перешейки” с температурой не более температуры плавления  $\theta_{m2} = 419$  °С тонкого цинкового покрытия провода. В этой связи перепад температур между “горячими” и “холодными” продольными участками стального провода составлял около 1000 °С. Таким образом, теоретически и экспериментально было установлено, что волновые электронные процессы, протекающие в проводящей структуре исследуемого металлического проводника с импульсным электрическим током проводимости, могут существенно влиять на теплофизические процессы в данном проводнике. Причем, это электрофизическое влияние усиливается и становится визуально заметным для исследователя с увеличением плотности тока  $\delta_m$  в проводнике. Связано это с тем, что при увеличении плотности тока  $\delta_m$  в проводнике происходит уменьшение квантованной ширины  $\Delta z_{nh}$  его “горячих” продольных участков до размеров, фиксируемых им невооруженным глазом. В экспериментах было использовано уникальное электрооборудование института.